

معهد مراقبة البيئة العالمية  
(ورلدواتش)  
124

124

# ثورة فى عالم البناء

كيف تؤثر الاحتمالات البيئية والصحية على الإنشاءات

تأليف  
داقيد مالين رودمان  
نيكولاس لينسين

ترجمة  
شويكار ذكى

الدار الدولية للنشر والتوزيع





## ثورة فى عالم البناء كيف تؤثر الاهتمامات البيئية والصحية على الإنشاءات

تأليف

نيكولاس لينسين

و

دافيد مالىن رودمان

ترجمة

شويكار ذكى



الدار الدولية للنشر والتوزيع

القاهرة - ج.م.ع.

Worldwatch Paper 124 - A BUILDING REVOLUTION: How Ecology and Health Concerns Are Transforming Construction by David Malin Roodman and Nicholas Lenssen. Copyright © Worldwatch Institute, 1995.

ALL RIGHTS RESERVED

ISBN 1-878071-25-4

رقم الإيداع

96/10243

I. S. B. N.

911-282-082-5

## ثورة في عالم البناء

كيف تؤثر الاهتمامات البيئية  
والصحية على الإنشاءات

الطبعة الأولى 1997 م

جميع حقوق النشر بكافة صورها محفوظة للناشر :

## الدار الدولية للنشر والتوزيع

8 إبراهيم العرابي - التزهة الجديدة - مصر الجديدة - القاهرة - ج. م. ع.

تلفون: 2993221 - 2990970 / فاكس: 00202 / 2990970

تم صف وإخراج وتجهيز هذا الكتاب بقسم الكمبيوتر «بالدار الدولية للنشر والتوزيع»

5	..... مقدمة
10	..... مباني حديثة، ومشكلات حديثة
22	..... جودة التشييد
31	..... ما وراء المنظر الخارجى
33	..... تدمير البناء
40	..... الاهتمام بمواد البناء
52	..... التصميم طبقاً للمناخ
66	..... استخدام الآلات فى المعيشة
73	..... أفضل للمعيشة، أفضل للعمل
80	..... التصميم المعمارى لمباني أفضل
95	..... ملاحظات

## الجداول والاشكال :

35	جدول 1 : تأثيرات المباني الحديثة
	جدول 2 : الطاقة المستخدمة فى إنتاج وإعادة تدوير مواد
43	..... مختارة للبناء فى المملكة المتحدة
	جدول 3 : استخدام الموارد فى الأجهزة الحديثة
69	..... والاصلية فى الولايات المتحدة
75	جدول 4 : فوائد التصميم البيئى، أمثلة مختارة
11	شكل 1 : نشاط الانشاء البنائى فى بلدان مختارة
13	شكل 2 : المساحة الأرضية للمسكن للفرد الواحد فى دول مختارة
	شكل 3 : سوق المباني السكنية لتقنيات الطلاء المختلفة
59	..... فى الولايات المتحدة



إن المباني الحديثة، مثلها مثل أى نتاج فى الحضارة الصناعية، تُعد إنجازاً عظيماً لا يمكن تقدير تكلفته. كما حققت هذه المباني — فى الوقت الحاضر — حياة أسهل للكثير من بنى البشر. ولكن أسلوب تشييدها واستخدامها يعكس الكثير من الأضرار على البيئة ويهدد بتدهور صلاحية هذا الكوكب لسكنى الكائنات الحية. وتقدر الكميات التى تستغلها هذه المباني — من الموارد الطبيعية — بسدس المياه العذبة فى العالم، و25% من محصول الأخشاب، و40% من إنتاج المواد والطاقة. وقد أدى هذا الاستغلال الضخم إلى آثار جانبية ضخمة مثل: التصحر، وتلوث الهواء والماء، واستنفاد طبقة الأوزون فى الغلاف الجوى، واحتمال التعرض لزيادة دفء هذا الكون. وبالإضافة إلى ذلك فإن ما يقرب من 30% من المباني الجديدة أو التى أعيد تجديدها تعاني من «متلازمة البناء المريض» — مما يعرض ساكنى هذه المباني — الذين يقضون حوالى 90% من حياتهم داخلها — إلى استنشاق هواء غير صحى (1).

إن الضرر الناتج من المباني — على عكس التلوث الصادر من العربات والمصانع والذى أصبح مصدر جدال ومعارك إقليمية فى الكثير من أنحاء العالم — قد يحتاج إلى الكثير من الفحص والتدقيق. ومن الأشياء التى تدعو إلى السخرية أن المشكلات الخاصة بهذه المباني من السهل إصلاحها. وهناك العديد من الأساليب المؤثرة فى التكلفة لتجنب معظم التلف الذى ينتج عن التشييد الحديث، مع الاحتفاظ بالدقة والراحة والمتعة التى يتوقعها الناس من المباني الحديثة. ويوجد، على سبيل المثال، فى الدول الصناعية،

مكيفات للهواء وثلاجات بدون مواد كيميائية تساعد على استنفاد طبقة الأوزون. ومن الأشياء المثيرة أيضاً، وإن كانت أقل شيوعاً، وجود مباني تستخدم 2.5٪ فقط من طاقة التدفئة التي تستخدمها المباني التقليدية. كما توجد أيضاً بعض المباني الحديثة المشيدة من الكتل الترابية غير المخبوزة والتي ينتج عنها 0.2٪ فقط من التلوث الذي ينتج عن صنع الطوب.

ومن المشجع، بل ومن المثير أيضاً، أن المباني الأفضل للبيئة هي أيضاً الأفضل لمعيشة الإنسان.

وقد أظهرت بعض الأمثلة ما يلي:

- أدى إدخال بعض التحسينات على المساكن متوسطة المستوى في مدينة دالاس بولاية تكساس إلى تخفيض فواتير المنافع تخفيضاً كبيراً وصل إلى 450 دولاراً لكل مبنى عن طريق تركيب أجهزة تدفئة شمسية ذات كفاءة عالية، والتي أدت إلى زيادة مقدارها 13 دولاراً فقط، سنوياً، على أقساط رهن العقار.

- استخدمت أحد البنوك الحديثة الرئيسية في أمستردام طاقة أقل بمقدار 90٪ في المتر المكعب عن العام السابق. وقد تكلف



بناء ذلك 0.7 مليون دولار ولكنه أدى إلى توفير 2.4 مليون دولار سنوياً، وانخفضت نسبة تغيب الموظفين مما أدى أيضاً إلى توفير مليون دولار سنوياً.

• أنفقت أحد الهيئات البريدية الأمريكية بمدينة رينو بولاية نيفادا 300,000 دولار لتحسين الإضاءة، وقد أدى ذلك بالتالى، إلى توفير مبلغ 50,000 دولار سنوياً فى الكهرباء. كما زادت إنتاجية العمالة والتي وفرت مبلغ 500.000 دولار سنوياً.

• ارتفعت قيمة المنازل فى مدينة دافيز بولاية كاليفورنيا والتي استخدمت التدفئة الشمسية وممرات للدراجات، بنسبة 12٪ عما يجاورها من منازل تقليدية.

• أبدى أحد السكان فى هولندا — والذي يقطن بمبنى تابع لأحد مشروعات الإسكان التى تهتم بالكفاءة فى استخدام الطاقة والماء وأيضاً استخدام المواد غير السامة — شكره وامتنانه العميق لشفاء ابنه من نوبات الربو العنيفة بعد انتقالهم إلى هذا المبنى وصرح قائلاً: «بأننا نرغب فى العيش هنا إلى الأبد» (2).

ومن الواضح أن العاملين فى صناعة البناء — من مصممين، وممولين ومطورين ومقاولين — يلعبون دوراً حيوياً فى خلق مجتمع متواصل. والسؤال

الهام الذى يجب طرحه هو: هل ستبدأ هذه الصناعة فى العمل بسرعة كافية؟ فى المائة عام الماضية ارتفعت نسبة ثانى أكسيد الكربون فى الهواء بنسبة 27٪، جاء ربعها من حرق الوقود الحفري لتزويد المباني بالطاقة. ومما لاشك فيه أن تزايد هذه النسبة يهدد النظم البيئية، والزراعة، وأماكن الاستيطان البشرى ذات الحرارة العالية، كما غير من أنماط الجو المعتادة. كما اختفت حالياً 20٪ من الغابات الطبيعية. ويستمر حتى الآن فى جميع أنحاء العالم، صب كميات ضخمة من الملوثات فى الهواء والماء نتيجة عمليات استخراج النحاس، واليوكساييت، والحديد الخام والتي تستخدم كمواد للبناء. وتزايد هذه العمليات بشكل ملحوظ، علماً بأن الأضرار التى حدثت والتى قد تحدث لا يمكن إصلاحها<sup>(3)</sup>.

ومن الأسباب الهامة للرغبة فى التغيير بسرعة فى قطاع البناء يرجع إلى أن المباني تدوم لأزمنة طويلة؛ وبمجرد الانتهاء من الإنشاء، فإن محاولة خفض طاقة هذه المنشأة وتقليل استخدام المياه وتحسين جودة الهواء، يصبح أكثر صعوبة وأكثر تكلفة مما لو تم تصميمها منذ البداية. ومن منطلق الغموض الذى يكتنف بعض المشكلات مثل زيادة دفء الأرض فإن المبدأ الوقائى – أى الفكرة البسيطة المحافظة التى تقول بأن هناك بعض المخاطر التى لا تستحق الخوض فيها – ينادى بضرورة اتخاذ إجراء فوري بدلاً من انتظار رد الفعل فى المستقبل.

وقد أكدت الزيادة الملحوظة فى عالم البناء والسكان فى الدول النامية مثل

الأرجنتين، والصين، والهند، وتركيا، على الحاجة الملحة لتحسين المباني. فهناك ما يقرب من 2 بليون شخص يعيشون ويعملون، حالياً، فى أبنية كثيفة الموارد، وسيزيد تعداد هؤلاء الأشخاص إلى 8 بليون شخص بعد مرور 50 عاماً من اليوم. وقد تزداد المشكلات البيئية الحالية استفحالاً إذا لم يعمل المجتمع على تغيير أسلوب إنشاء المنازل وأماكن العمل. ولن يستطيع أى مبنى - مهما حَسُنَ بنائه - على حماية قاطنيه من هذه الآثار (4).

إن ظهور ناطحات السحاب، والمباني السكنية شاهقة الارتفاع والمنازل ذات طابع الضواحي، فى جميع أنحاء العالم، تعد فرصة مواتية لتخفيض فرض الضرائب على المباني. ويجب أن تؤكد الدول الصناعية على أنه فى الوقت الذى تقوم فيه ببناء منشآت جديدة وتجديد المنشآت القديمة تحاول دائماً تجنب الأخطاء القديمة. وتستطيع الدول النامية تجنب تقليد الدول التى بدأت مبكراً فى مجال الصناعة، بل وفى إمكانها أيضاً التفوق عليها باستخدام تقنيات بيئية عالية، ينبع بعضها من تقاليد المعمارى المحلية. كما يمكنها، أثناء ذلك إعادة ترتيب مفاهيمها الخاصة بالبناء المتقدم والمتطور وأيضاً الفطرى والبدائى.

وحيث أن المباني والمنشآت ترتبط بكل شخص، لذلك يجب على كل من يهمهم الأمر الإسهام فى تقليل تأثير الصناعة على البيئة وعلى صحة الإنسان. وفى إمكان الحكومات، والمعلمين، والمستثمرين، والمستهلكين تقديم يد

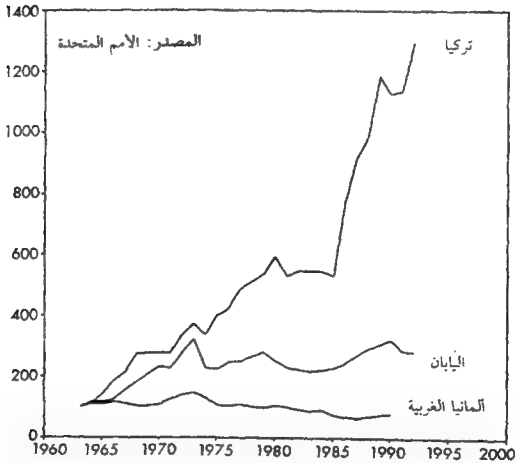
العون إلى صناعة البناء لتغيير مسارها عن طريق وضع سياسات أفضل وقرارات استثمارية أكثر كفاءة. وسوف يؤكد المجهود المنسق بين جميع هذه الأطراف استطاعة الإنسان تشييد مأوى له بدون تعريض صلاحية الحياة في مسكنهم الكبير - كوكب الأرض - للخطر.

### مباني حديثة، ومشكلات حديثة

تؤكد جميع الشواهد على أن المباني الحديثة تعد من الانتصارات المذهلة في العصر الصناعي. وتوفر المنازل الفخمة بالضواحي - والتي تمتد من ستوكهولم وحتى سان فرانسيسكو، وناطحات السحاب الشاهقة من برازيليا وحتى بانكوك - خدمات لا تعد ولا تحصى، يعتبرها أغنياء هذا الكوكب من الضروريات وينظر إليها باقى البشر كمطمح يرنو إليه مثل: أنابيب المياه الداخلية (بما فى ذلك الماء الساخن عند الطلب)، والتحكم الدقيق فى الجو، والإنارة بمجرد الضغط على زر، والتبريد، ووسائل الاتصال وحتى مجال الترفيه.

إن مجرد التقيد بعدد لا يتعدى أصابع اليد من الدول الصناعية مثل ألمانيا، واليابان، والولايات المتحدة، يؤكد أن المباني كثيفة الموارد ظاهرة كونية تنمو مع نمو المدن وظهور الطبقات المتوسطة. وقد شهدت تركيا - على سبيل المثال، تزايداً يعادل 13 ضعفاً فى المباني المسموح بإنشائها بين عام

الشكل 1: نشاط الإنشاء البنائي في تركيا واليابان، 1963 - 1992، وفي ألمانيا الغربية، 1963 - 1990



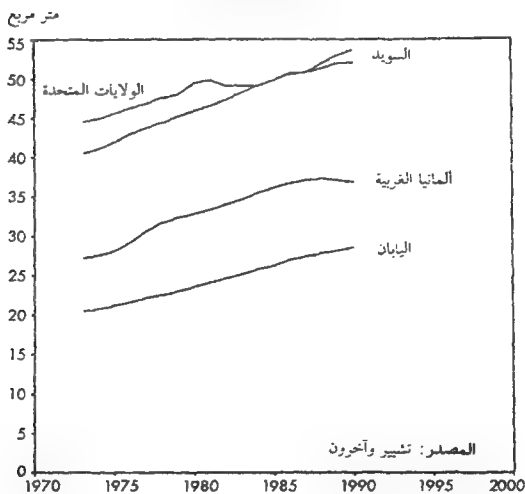
1963 و عام 1993. (انظر شكل 1) كما قفزت المباني المشيدة حديثة في كوريا الجنوبية إلى ما يقرب من 50 ضعفاً في نفس الفترة. وقد ظهرت في بعض البلدان - التي اعتادت على وجود منازل صغيرة، وحظائر للماشية، وكنائس، ومعابد - أنواعاً جديدة من المباني: مثل المحلات التجارية الكبيرة ومباني للسكنى والمكاتب شديدة الارتفاع وحتى ناطحات السحاب. وبدلاً

من استخدام المواد التي كانت شائعة في البناء - مثل الخشب، والبامبو، والطوب - اتسع استخدام الأسمنت والحديد. وبينما كانت المباني القديمة تستخدم الشمس أو حرق الكتل البيولوجية (الكتل الحيوية) في تدفئة منازلهم، والرياح في تهويتها وتبريدها، أصبحت المباني الجديدة مزودة بأجهزة التكييف والتسخين<sup>(5)</sup>.

ولم تزد حركة تشييد الأبنية الحديثة فقط بل أصبحت تتسم بالضخامة والاتساع. فعلى سبيل المثال زاد متوسط حجم المنزل في البلدان الصناعية، منذ الحرب العالمية الثانية بالرغم من تقلص حجم الأسرة، وهي ظاهرة لم تستطع أزمات البترول التي واجهتها هذه البلدان في السبعينيات أن تحد منها. (انظر شكل 2). فقد زادت في الولايات المتحدة فيما بين عامي 1949 و1993 معدل المساحة الأرضية للفرد إلى أكثر من الضعف. وكما أوضح جوبال اهلواليا Gopal Ahluwalia من الاتحاد القومي لبنائي المنازل، في نبرة يشوبها السخرية قائلاً: «لقد أصبح الآن كل شخص يرغب في امتلاك غرفة لوسائل الاتصال، ومكتب منزلي، وحجرة للتمرينات البدنية، وثلاثة حمامات، وحجرة للأسرة، وحجرة للمعيشة ومطبخاً ضخماً وجميلاً لا يستخدمه أحد لإعداد الطعام»<sup>(6)</sup>.

وقد أتاحَت المباني الحديثة للمستهلك أكثر مما يرغب بالنسبة لمساحة الأرضية وبعض السمات الأخرى. ولكن عند النظر بدقة إلى هذه المباني

الشكل 2: المساحة الأرضية للسكنى للفرد الواحد، دول مختارة  
1973 - 1990



نجدها أقل جاذبية مما كانت عليه في الماضي. فهي تستخدم أجهزة للطاقة والمياه أقل كفاءة، وأسرع تلفاً، كما تبدد الموارد الطبيعية، والأموال، والطاقة البشرية. كما خلقت الكثير من هذه المباني جواً داخلياً غير صحي مما أدى إلى شعور الكثير من الناس بالمرض. وهناك احتمال إسهام هذه المباني في انتشار مرض السرطان والخلل في الجهاز المناعي.

ترجع جذور المشكلات التي نتجت عن البناء إلى الثورة الصناعية التي حولت كل ما كان سهل الرؤية إلى أشياء خفية يصعب ملاحظتها. إن الميكنة، التي حلت استخدام الطاقة محل القوى البشرية، والتخصص الذي استغل القدرة البشرية لتصبح أكثر كفاءة في أعمالها من خلال الممارسة، قد جعلوا العمالة الفردية أكثر إنتاجية. كما أتاحوا مولد اقتصاد متنوع يستطيع جلب العملاء من نيودلهي إلى لوس أنجلوس مع كل ما يخطر على البال من الأخشاب الصلبة في المناطق الاستوائية إلى أجهزة التكيف المعلقة في الأسقف. وفي مثل هذا النظام الكوني قد تسود وتنتشر تأثيرات أعمال أى شخص على هذا الكوكب، ولكن التقيد باقتصاد اليئات الملائمة الضيقة قد زاد من صعوبة تفهم العاملين في صناعة البناء للعالم لما يجرى وراء نطاق أعمالهم<sup>(7)</sup>.

لقد استخدمت صناعة البناء الآلات والتخصصات في العمل، لزيادة مجال أعمالها، وخفض التكلفة، وإنتاج هذه المباني المذهلة الحديثة، ولكن كل ذلك كان على حساب التكلفة البيئية. وقد حلّ البولدوزر والحفّار مكان المنشار والفأس، مما أتاح لقاطعي الأخشاب والعاملين في مجال التعدين، العمل بمعدلات تدميرية ضخمة، وأصبحت، الآن، السفن والقطارات تنقل الخشب، والمعادن، والفحم، وزيت النفط بالأطنان إلى مواقع البناء وإلى المصانع التي تعمل بالطاقة والموجودة على مسافات بعيدة من الموارد الطبيعية. وقد اكتشف الكيميائيون والعاملون في مجال التعدين وسائل جديدة



تضاف إلى هذه الوفرة في الموارد عن طريق تحويل المواد الطبيعية إلى تلوث مكثف، وإنتاج على نطاق واسع للمواد مثل الحديد، والأسمنت، واللدائن (البلاستيك). ومع نجاح العاملين في مجال البناء في الوصول إلى مواد جديدة، فإن وجودهم في أماكن بعيدة قد أدى إلى انعزالهم عن النتائج البيئية التي حدثت نتيجة اختياراتهم وسهل من قراراتهم التدميرية.

وبينما كانت عملية البناء والعناية بالمبنى يقوم بها عدد قليل من الاختصاصيين، أصبحت تشمل الآن العديد من الفئات مثل، العاملين في المناجم، وقاطعي الأخشاب، والعاملين في مجال السفن، والممولين، والمطورين، وأصحاب الأموال، والمعماريين، والمهندسين، والمقاولين العموميين، ومقاولي الباطن، والمفتشين، ومديري الأبنية. ومع زيادة التعقيدات الإنشائية وابتعاد الأفراد عن بعضهم في نهايتي طرفي العملية — البيئة في طرف والأشخاص الذين يتلقون المنتج النهائي في طرف آخر — أدى كل ذلك بطبيعة الحال — إلى تركيز كل فرد على اهتماماته الفورية واليومية سواء كانت تعمل على القضاء على مورد ما بأقصى سرعة ممكنة، أو تقليص التكلفة إلى أقل حد، أو زيادة العمولة إلى أقصى حد، أو إصدار المنتج في موعده المحدد (8).

وقد نتج عن هذا البعد والانفصال زيادة صعوبة تفكير المصممين بشأن المباني في مجملها، ومما أدى بالتالي إلى الإسراف في استخدام الموارد.

فعلى سبيل المثال، يضع معظم المصممين خطوطاً أساسية للمبنى - مثل الشكل، وأماكن النوافذ، وكمية الضوء - بدون الاهتمام بتأثير قراراتهم الفعلية على استخدام الطاقة في الشارع المقابل. وعند استلام المهندسين للرسم المبدئي عليهم أن يحددوا نظاماً ضخماً شاملاً للتحكم في المناخ لتعويض النقص في البصيرة والنظر إلى العواقب، مما يؤدي إلى ضياع فرصة التوفير. وقد كتب أموري لوفيتز Amory Lovins مدير البحوث في معهد روكي ماونتن بمدينة سنوماس بولاية كولورادو <sup>(9)</sup>، قائلاً: «قد يبدو وكأن المجهود الذي بذل لم يكن يكتسب فائدة ولكن سباق للتابع».

إن الفجوة العميقة التي ظهرت في عملية البناء أدت إلى انفصال قاطني المباني عن صناعة البناء وكانت النتيجة تشييد مباني تبلى قبل الأوان، وضياع كميات ضخمة من الموارد. ولا يقوم معظم الناس والهيئات بتشيد المباني الخاصة بهم بل يشترونها من السوق المفتوحة. ولكن القليل من المنتجات عالية التكلفة ومعقدة مثل المباني، مما يخلق توتراً ملحوظاً بين المشتري والمنتج.

ومن ناحية، فإنه من الطبيعي أن تطور كل صناعة مراحل تقدمها عندما يؤدي الفشل في بيع أحد المباني أو عدم نجاح منتجاً متقدماً، إلى كارثة مالية، ولكن قد يؤدي الفشل في تشييد بناء ما إلى كارثة بشرية. ومما لاشك فيه أن تطبيق الأساليب التي يمارسها الآخرون، تقلل من احتمالات الفشل، ولكن

على حساب تنوع الابتكار والتجديد. (في الولايات المتحدة حيث يميل الناس إلى إقامة الدعاوى، يؤدي، أيضاً، الخوف من احتمال التقاضى إلى تشجيع المصممين والعاملين في مجال البناء على الالتزام بتطبيق المعايير التقليدية) وهو نوع من الاحتكار الثقافي غير الرسمي.

17

ومن ناحية أخرى، فإن المشتريين يدخلون السوق وفي جعبتهم الكثير من الاهتمامات: فالأمر ليس فقط سعر ومكان، ولكن تكاليف بعيدة المدى، وإعادة بيع، ومتانة، ومظهر خارجي، ووسائل للراحة – من حمامات التدليك (جاكوزي) إلى خطوط شبكات الكمبيوتر. ونظراً لتشابه المباني المتاحة تشابهاً ملحوظاً، فإن من النادر أن يجد المشتري ما يرغب تماماً، ولذلك فهو يركز على الأشياء الأكثر أهمية والأسهل في قياسها: مثل السعر، والمكان، والحيز أو الحجم، وبعض السمات المعيارية. وقد يحصل العميل على ما يريد في هذه المجالات، ولكن عادة ما ينتهي الأمر – بغير قصد – إلى إعطاء فرصة للصناعة لإغفال الكفاءة في تشغيل الطاقة، وجودة الهواء في الداخل، بجانب قوة واحتمال المبنى.

ويزداد الأمر سوءاً في الاقتصاديات المركزية المخططة. فالأفراد يفقدون تقريباً سيطرتهم على الأماكن التي يقطنونها مما ينتج عنه زيادة في عدد الأبنية المتصدعة. ويلجأ الروس عادة – بسبب نقص أجهزة تنظيم الحرارة – إلى فتح النوافذ لتبريد الشقق من الدفء الزائد. وبالمثل، ففي منتصف

الثمانينيات من هذا القرن استخدمت المباني الصينية ثلاثة أضعاف الطاقة بالمقارنة بالأبنية في الولايات المتحدة، بالرغم من استمرار انخفاض الحرارة في الداخل (10).

ومن الصعب التدعيم بالوثائق على أن الأبنية تتسم بضعف الكفاءة والجودة عند تشييدها، ولكن تظهر المشكلة بصورة واضحة المعالم في الحالات القاسية للكوارث الطبيعية. فعلى سبيل المثال، حدث في أحد أيام شهر أغسطس من عام 1992 إعصار أندرو الذي أدى إلى تدمير أو إتلاف أكثر من 100,000 منزل في الطرف الجنوبي من ولاية فلوريدا، وتشتت حياة آلاف الأسر، كما أدى إلى خسارة في الممتلكات قدرت بما يقرب من 30 بليون دولار أمريكي. ولكن، بالرغم من ذلك، ظلت بعض المنازل القليلة بدون أن تتأثر من هذا الإعصار. وقد كشف فحص جثث المتوفين عن وجود مخالفات جسيمة شائعة وغير ملحوظة في معايير البناء، أدت إلى تدمير كل هذه المنازل. ولذلك فمن الملاحظ أنه خلال النمو السريع في الولايات المتحدة تم بناء المنازل بأسلوب يتسم بالإهمال والتسيب. ونتيجة للإسراع والنشاط في إعادة البناء، فقد أدى إعصار أندرو أيضاً إلى القضاء على مساحات كبيرة في جنوبي شرقي وشمال غربي الولايات المتحدة للحصول على الأخشاب لتشييد المباني التي تم تدميرها (11).

وقد هز مدينة سينتاك بأرمينيا عام 1988 زلزال فاق بكثير ما دمره إعصار أندرو من حيث تعداد الوفيات. ففي ثوان معدودة مَزَقَ الزلزال المدارس

«يلجأ الروس عادة بسبب نقص أجهزة تنظيم الحرارة إلى فتح النوافذ لتبريد الشقق من الدفء الزائد».

19

والأبنية السكنية مؤدياً إلى وفاة أكثر من 25,000 شخص. وقد كشفت التحاليل فيما بعد الكارثة النمط السائد للأبنية التي ظلت بدون تهديم. فقد شيد العمال السوفيت معظم المباني من تسعة طوابق أو أقل مثل صناديق الأسمنت الصلبة مع التصاق الحوائط حاملة الثقل التصاقاً شديداً بعضها ببعض والتصاقها أيضاً بالأرض. وقد خرجت هذه الأبنية من الزلزال سليمة وبدون أية أضرار. ولكن المباني الأعلى التي تم تشييدها بدعامات أفقية رئيسية وأعمدة غير متماسكة بدون حوائط حاملة للثقل فقد انهارت مثل أوراق اللعب (12).

ولكى تفهم صناعة البناء أسباب عدم صمود الأبنية وبقائها فإنها تحتاج ليس فقط إلى إدراك مدى التغيير الذي يحدث في العالم ولكن إلى إدراك أن هذا التغيير دائم ومستمر. وأن جميع المباني التي لا تتماشى مع هذا التغيير تُهجر أو يتم هدمها.

إن التحرك السريع واحتياجات التغيير يقيدان أسهم البناء. وخلال عشرات السنين التي مرت، ازدهرت صناعات كاملة واندثرت، وتحركت سريعاً عبر القارة وتبعها البشر أيضاً. ففي الولايات المتحدة - وهي منطقة ضخمة لحركة التجارة والتنقل - يتحرك شخص واحد من كل ستة أشخاص كل عام من مكان لآخر وعادة لمسافات تبعد آلاف الكيلومترات. ومع الاختفاء التدريجي للتجارة العالمية وتقييد الهجرة - داخل الاتحاد الأوروبي، على سبيل المثال

— سيرحب الكثيرون بفكرة الانتقال أيضاً. ولكن لسوء الحظ، فإن المستوطنين الذين يجنحون إلى الانتقال بسرعة لا يرحبون دائماً بالاستثمار طويل المدى في أعمال التشييد والبناء. وهناك فقط واحد من كل ثلاثة منازل في الولايات المتحدة تتم صيانتها بصفة دورية، وقد يقل هذا المعدل طبقاً لبعض التقديرات (13).

وقد تزداد التغيرات البيئية الجذرية ازدياداً ملحوظاً — مثل ارتفاع قيمة الأرض إلى الضعف أو انتقال أحياء كاملة إلى الضواحي. وبالرغم من أن 60٪ من المباني في ألمانيا الغربية قد صمدت أمام الهجوم الضاري أثناء الحرب العالمية الثانية إلا أنه مازال هناك أقل من 15٪ من هذه المباني معرض لأجواء التطور السريع الذي نشأ في الثلاثين عاماً بعد الحرب. وقد تحركت قيمة أراضي ناطحات السحاب إلى سوق ضارية للعقارات. حيث أثبتت الإحصائيات أنه خلال الثمانينيات من هذا القرن ظلت المباني الجديدة لمدة 17 عاماً فقط — في المتوسط — قبل هدمها واستبدالها بمباني أعلى (14).

وعندما تحدث التحولات السريعة بين المباني التقليدية القديمة وبين المباني المعاصرة، فإنها تظهر التضارب الملحوظ بين الأسلوبين. ففي بكين حيث تقوم الحكومة بهدم العديد من الأحياء القديمة العامرة بالسكان — والتي تتألف منازلها من طابق واحد — لاستبدالها بمراكز تسويق جديدة وأبنية عالية، يضطر البوليس أحياناً إلى التقدم أمام عربات البولدوزر حتى يستطيع

إخلاء قاطنى هذه الأحياء التى تزداد مقاومتهم للانتقال والتحرك من أحيائهم القديمة . وقد وصف الصحفى السويسرى - ايرس مورف Urs Morf - رد فعل التحول تجاه المبانى الجديدة بين السكان الذين تحدث إليهم بعد إعادة استيطانهم فى أوائل الثمانينيات من هذا القرن .

وإذا عدنا إلى الوراء . . . نجد أنه قد تم إغواء مستأجرى المستقبل بترك أحيائهم القديمة المقيدة للحرية والتى تقع تحت المراقبة التقليدية المستمرة، والتحرك أملاً فى وجود مياه جارية، وتدفئة مركزية، ومساحة أوسع للمعيشة، وفوق كل ذلك حرية شخصية أكثر . ومنذ ذلك الحين بدأ الكلام حول عيوب صفوف المنازل الضخمة الجديدة والتى بنيت بأثمان رخيصة للغاية وتدهور حالها بسرعة كبيرة . وقد أدت الحرية الزائدة والمساحة الإضافية إلى شعور بعدم وجود هوية مميزة والتى أدت - كما يحدث فى أى مكان آخر من العالم - إلى زيادة فادحة فى معدلات الجريمة، كما قضت على الإحساس القديم بالتضامن بين الجيران . وقد ابتعدت أماكن العمل عن المنازل بمسافات كبيرة، كما انقسمت العائلات التى كانت تتسم بالارتباط إلى مجموعات صغيرة متناثرة (15) .

وقد أثبتت تجربة بكين تدهور المنازل التى اتسمت فقط بالراحة والأمان

ووسائل المتعة الحديثة، لدرجة أن التشييدات الحديثة أصبحت مدمرة للعالم من حولها، وقد ينظر إليها وكأنها أكثر بدائية من المباني التقليدية القديمة. وبالرغم من التحسن الملحوظ منذ الثورة الصناعية، إلا أن المباني يجب أن تتضمن الكثير من المواصفات حتى يمكنها مقابلة احتياجات جميع البشر.

### جودة التشييد

تؤكد قصة بكين وكوارث فلوريدا وأرمينيا على أن الجودة هي أحد الدعامات الرئيسية للتصميم البيئي. فإن الأبنية المتواصلة بيئياً تحتاج إلى التفوق في نواحي عديدة، من جودة الهواء داخل الأبنية وكفاءة الطاقة إلى قوة الاحتمال والمرونة. وقد حلت الميكنة والتخصص إلى حد كبير محل البراعة اليدوية والفنية رغبة في السرعة وظهور خطوط التجميع. ولذلك فإن أحد الأسئلة الهامة اليوم عن التصميم المتواصل يدور حول أفضل الطرق لاستغلال طاقة الآلات وكفاءة التخصص الوظيفي بدون التضحية بالمعايير رفيعة المستوى.

تجد صناعة البناء نفسها – في بعض الأحيان – في وضع مماثل لصناعة رأس المال المكثف المحافظة في السبعينيات من هذا القرن. وفي نفس الوقت أنتجت كل من أوروبا الغربية وأمريكا الشمالية سيارات ذات جودة متوسطة وبأسعار معتدلة – وبالرغم من أن المشترين في هذه البلدان كانوا يفضلون سيارات أكثر جودة وأقل تكلفة، ولكنهم كانوا عاجزين عن الحصول على



مثل هذه السيارات من صانعيها - حتى حققت الشركات اليابانية البديل . ثم بدأ المستهلكون في اتخاذ قرارات شراء بديلة بدون إعطاء أى اختيار بديل للمنتج المحلي سوى التعلم من اليابانيين . ومثلما يحدث هذه الأيام يستطيع العاملون في مجال البناء أن تكون لهم الأفضلية عند تسويق منتجات ذات جودة أعلى والتي تؤكد على الاهتمامات البيئية والصحية .

وهناك دولة أخرى يستطيع العاملون في مجال البناء التعلم منها، وهى دولة السويد التى حصلت على سمعة عالمية فى جودة منازلها . وبالمقارنة بالولايات المتحدة فإن الاختلاف والتباين صارخ للغاية . ففي الولايات المتحدة تشمل 90٪ من المنازل الحالية بعض الأجزاء الأساسية المجمعة بالمصنع . ويتم تصنيع هذه الأجزاء عن طريق خطوط تجميع هائلة الحجم، ذات عمالة ضعيفة الأجر، وعُمال غير مهرة، مما يؤدي إلى إنتاج قلما يطابق المعايير الدقيقة المطلوبة لصناعة منازل محكمة الهواء وذات طاقة عالية الكفاءة . أما فى السويد حيث تصنع معظم المنازل أيضاً من الخشب، فقد استطاعت صناعة البناء أن تجد حلاً لهذه المشكلة . وتتم مصانع إنتاج أجزاء المنازل فى السويد بالصغر ويديرها مجموعات من العاملين الذين يتمتعون بمهارات عالية ويستخدمون مناضد نصف آلية مائلة للإمساك بمسطحات الحوائط فى أماكنها عند تركيب الأطر والنوافذ والعوازل وحواجز البخار . ويستطيع العمال عن طريق العدد التقليدية والآلات التى تعمل محل العضلات، على التركيز على ما يقومون به من أعمال على أفضل وجه

مسترجعين بذلك فنون الحرفة القديمة بدون زيادة في التكاليف، لأن الجهد والمثابرة يساعدان على إنتاج أجزاء متسقة وعالية الجودة. إن النظام السويدي «للمصنع الحرفي» أدى إلى إنتاج منازل ذات جودة وكفاءة عالية حتى أصبحت السويد دولة مصدرة للمنازل (16).

ومن المثير للإعجاب أن هذه الفكرة المبتكرة السويدية ما هي إلا جزء واحد فقط لحل هذه المشكلة العويصة. وطالما أن الكثير من مشكلات البناء يحدث نتيجة للفصل بين البيئة، والعملاء، والعديد من المساهمين في عملية الإنشاء، فإنه يبدو من المنطقي ضرورة إعادة هندسة جميع العمليات المتتابعة لتسهيل عملية الاتصال، ومساعدة الأشخاص على رؤية الرابطة بين ما يفعلونه وبين العالم من حولهم. كما تستطيع الفرق والمجموعات التي تشمل جميع الأفراد إعادة ربط العاملين في الوحدات المنفصلة والمتناثرة في عملية البناء، ومساعدتهم على تفهم تأثير عملهم على بعضهم البعض، وعلى البيئة أيضاً. إن التصميم المعروف باسم «التصميم التكاملي» لا يعنى رفض عملية التصنيع، بل أنه أسلوب جديد لتسخيرها، وطريق جديد لاستخدام الآلات والمعرفة المتخصصة في خدمة الجودة. وقد اكتشف المصممون الذين يعملون جاهداً على تحدى التشييد البيئي أن التصميم التكاملي عاملاً حيوياً للنجاح. وقد قال جون بيكارد John Picard — الاستشاري في التصميم البيئي بلوس أنجلوس أنه: «قبل تصميم أى بناء، يجب أولاً إعادة تصميم عملية البناء نفسها» (17).

وعلى سبيل المثال، فقد قرر مديري ما يعرف الآن باسم «البنك الدولي للأراضي الواطئة» بناء مكتب رئيسى فى مدينة أمستردام. وقد اختاروا تصميماً لمبنى «متناسق» يتمتع بكفاءة عالية فى استخدام الطاقة والموارد الطبيعية الأخرى الصحية لمن يستخدمها، مع وجود تناسق وتكامل فى أشكالها الطبيعية، بجانب النباتات الخضراء، والفن فى جميع الأماكن التى تجسد العزيمة والروح الإنسانية. وفى أوائل مرحلة التصميم أحضر البنك مهندسين، ومعماري، ومصمم ديكور داخلى وخارجى، وعلماء، بجانب سكان المستقبل فى اجتماع عمل يضمهم جميعاً (18).

وبدلاً من مجازاة النمط السائد الذى تنقلب فيه الحلول لشخص ما إلى مشكلات لشخص آخر، فإن الفريق كان يعمل على إيجاد الحلول الفورية التى توفى بالعديد من الرغبات والاحتياجات. فعلى سبيل المثال، استطاع الفريق وضع تصميم يحقق رغبة العمال فى تركيب نوافذ سهلة الاستعمال، وفى نفس الوقت تحول دون فقدان كميات كبيرة من الحرارة فى الشتاء أو زيادتها فى فصل الصيف. وبمجرد تشغيل هذا التصميم فى عام 1987 انخفض استخدام المبنى الرئيسى الجديد للطاقة إلى خمس ما يستخدمه مبنى مكتبى جديد مجاور على نفس المساحة، وعشر كمية الطاقة التى كان يستخدمها المكتب الرئيسى السابق. ومن بين الإجراءات التى ساعدت على تحقيق هذا الانخفاض الملحوظ فى استخدام الطاقة استخدام مواد عازلة جيدة مع أقصى استخدام للضوء الطبيعى كبديل للإضاءة الكهربائية (مثلاً،

وضع المكاتب على مسافة لا تزيد عن ستة أمتار من التوافذ). وقد غطى التوفير في فاتورة الطاقة التكاليف الإضافية للتصميم في مجرد أربعة أشهر من التشغيل، كما أثبت المبنى الجديد كفاءته من الناحية الصحية، بجانب إضفاء الشعور بالبهجة والراحة على العاملين مما أدى إلى انخفاض نسبة الغياب بنسبة 15٪ (19).

وقد أضافت الحاجة إلى تشييد مباني سهلة الاستخدام مجموعة أخرى من الاهتمامات لفريق التصميم التكاملي. وبالرغم من صعوبة تحسين المباني التام من التقدم، إلا أن هناك الكثير الذي يمكن عمله حتى تتواءم مع التغييرات التدريجية. وقد اكتشف المعماري البريطاني فرانسيس دافى Francis Duffy، أن بعض المباني التي تعيش لازمنة طويلة تتغير واجهاتها الخارجية كل عشرون عاماً أو ما يقرب من ذلك، مع إضافة شبكة أسلاك جديدة، وأنابيب مياه، وأنظمة للتحكم في الجو كل 7 - 15 سنة، وقد يتم تغيير تصميمات الأدوار كل ثلاث سنوات. ومن خلال هذا المنظور تتألف المباني من طبقات متعددة تتطور كل منها بمعدلات مختلفة (20).

وطبقاً لرأى ستيوارت براند Stewart Brand، الكاتب والاستشاري في التخطيط الاستراتيجي، فإن حجر الأساس في تشييد بناء قادر على البقاء والتكيف هو فصل هذه الطبقات فصلاً جذرياً بحيث لا تعوق التغييرات البطيئة

التعديلات الضرورية السريعة. فعلى سبيل المثال، يقوم مصممى المباني التجارية سهلة التعديل إلى بنائها بإطار حامل للثقل وحوائط داخلية يمكن هدمها بسهولة طبقاً للطلب بحيث تسمح للسكان الجدد إعادة ترتيب أرضية الدور طبقاً لاحتياجاتهم (21).

ويمثل مبيان متجاوران في حرم معهد مساشوسيتس للتكنولوجيا بكمبردج بولاية مساشوسيتس، مزايا المباني المرنة. ومن بينها «معمل وسائل الاتصال» الشهير الذى تم تصميمه على يد المعمارى العالمى الشهير إى. إم. بى إى I. M. Pei، والذى صرّح بأنه يفضل إقامة المباني التى لن تتغير استخداماتها مع تغير الزمن. وبالرغم من أن بنائه عام 1985 كان ملفتاً للنظر كتمثال منحوت، بثبتت صب الخرسانة المسلحة بحيث أصبح المبنى لا يتناسب مع البحوث فى التقنيات سريعة التغير. وبالطبع، أصبحت بعض الحجرات المخصصة لأغراض معينة مهملة بعد قدوم الباحثين إلى المبنى، ولا تستخدم إلا فيما ندر. كما أن تكلفة تطوير البنية الأساسية للمبنى كانت عالية للغاية نظراً لضرورة استخدام آلة ثقب الصخور فى التعامل مع الحوائط الخرسانية الداخلية (22).

وعبر الطريق يوجد مبنى آخر مماثل تقريباً. فقد بنى «مبنى 20» سريعاً خلال الحرب العالمية الثانية لإيواء برنامج فاشل فى تطوير الرادار. وقد قررت الجامعة هدمه منذ ذلك الحين - ولكن سهولته فى التغير والتكيف جعله

أفضل مكان لاحتضان الأفكار المبتكرة الجديدة، وأنقذه من الهدم مرات عديدة. فعلى سبيل المثال يمكن بسهولة عمل ثقب للأسلاك خلال حوائطه الخشبية. (وقد بدأت الشركات التي اخترعت الكمبيوتر الصغير في هذا المكان) (23).

وقد أكد أحد المشروعات الحديثة بمدينة نيويورك الفوائد المزدوجة للتصميم التكاملي والمباني سهلة التغير والتكيف. فبعد أن قررت جمعية أودوبون القومية "National Audubon Society" نقل أفرعها الرئيسية، بدأ فريق التصميم الداخلي للجمعية في صقل وتجديد المبنى القائم - في مانهاتن - منذ مائة عام والذي يحتوى على طوابق من الحجارة بنية اللون، بدلاً من بناء مبنى جديد فى أحد الضواحي. وبعد إنقاذ المبنى من الهدم قُدرت جمعية أودوبون المواد التي تم انقاذها من الإلقاء كركام بـ 200 طن من الحديد، و9000 طن من مواد البناء، و560 طن من الخرسانة. وقد اعتمد فريق المصممين على تقنيات جديدة - تشمل نظام للتبريد ذو كفاءة عالية، ونوافذ عازلة، ونظام تهوية جيد - وذلك لتوفير استخدام الطاقة بنسبة 60٪، وتخفيض استخدام المياه، وتحسين جودة الهواء. وقد تم الانتهاء من المبنى عام 1992 على أن يغطى هذا التوفير تكاليف التحسينات التي تمت على المبنى خلال 5 سنوات، وسوف يستمر التوفير بعد ذلك. كما أدت الأساليب الجديدة فى استخدام ضوء النهار والهواء النقي إلى جعل المكان أكثر بهجة وإنتاجية (24).

«يوجد، في ألمانيا، في كل مدينة رئيسية، تقريباً، متجرأ يبيع مواد مختلفة ومتنوعة للبناء الصحي».

29

وقد يبدو تصميم المباني المتكاملة أمراً جديداً في الغرب، ولكنه في الحقيقة وجه جديد لفكرة قديمة. فقد تم اقتباس أفكار الإدارة الخاصة بالأمريكي و. إدواردز ديمنج W. Edwards Deming والتي بدأ الكثير من صانعي السيارات والمنتجات الأخرى اليابانية في تأكيد نجاحها منذ عشرات السنين، والتي تلخص في أن أفضل طريقة لضمان الجودة في المنتجات الصناعية هي وجود فريق إداري موجّه. وفي الواقع فإن معظم شركات التشييد الكبيرة في اليابان تضم كل من وحدات التصميم، والهندسة، والتشييد، والصيانة، وخدمات عملية البناء تحت سقف واحد، بالرغم من أن عدد قليل فقط من الشركات بدأ يفكر في تأثير أعمالهم الواسع على البيئة والصحة (25).

ومن الشركات المستثناة من هذه القاعدة شركة شيميزو Shimizu (رأس مال ١٨ بليون دولار) وهي أكبر شركات التشييد والبناء في اليابان وواحدة من أكبر خمس شركات في العالم. ففي عام 1991، تبنت الشركة خريطة بيئية كونية، تعهدت فيها بالالتزام بالاهتمامات البيئية في جميع أعمالها. وبالرغم من أنه من المعتاد أن الكلام المنمق يسبق الفعل، إلا أن الشركة قد قامت بتطورات وتحسينات ملحوظة. فعلى سبيل المثال، قامت الشركة بتطوير نظام روبوت (إنسان آلي) للأماكن المرتفعة والذي يسمح بالتشغيل اليومي لنظام التسليم في الوقت المحدد لمواد البناء السابق تقطيعها. فلا يضطر العمال إلى تخزين المواد قبل استخدامها ولا يضطرون إلى تقطيع المواد في الموقع. وقد أدى ذلك إلى خفض نسبة التالف من التعبئة والتشييد بنسبة 70٪ (26).

ظهرت فى وسط التسعينيات من القرن العشرين علامات تدل على زيادة الاهتمام بالمباني البيئية فى الكثير من البلدان. ففي ألمانيا يوجد فى كل مدينة رئيسية، تقريباً، متجراً يبيع مواد مختلفة ومتنوعة للبناء الصحى. وقد بدأت الشركات المعمارية والهندسية الكبيرة فى الولايات المتحدة - هيلموت، أوباتا، وكاسابوم - فى تقييم مواصفات هذه المواد على الصحة والبيئة. وفى المملكة المتحدة، أدى التعاون بين الصناعة والحكومة إلى إصدار كتاب عن المبادئ والقواعد البيئية عام 1994 عن الممارسة بالنسبة للمتخصصين فى البناء - وقد أصدر هذه القواعد اتحاد خدمات وبحوث ومعلومات البناء *Building Services Research and Information Association (BSRIA)*. وقد بيع من هذا الكتاب 700 نسخة - وهى أكبر كمية من النسخ باعتها هذه الجمعية - خلال الشهور الثلاث الأولى فقط (27).

إن الاهتمام المتزايد فى صناعة البناء حول الصحة البشرية والبيئية تعطى الأمل بأن بعض الشركات الأخرى سوف تستخدم تدريجياً نظام التصميم المتكامل عند تشييدها مباني أفضل. فإذا تم ذلك بالفعل فإن هؤلاء الأشخاص من القادة والرواد فى السوق سوف يسخرون التصنيع فى حل المشكلات التى ساعدوا هم فى خلقها. ومثلما فعل صناع السيارات اليابانيون من قبلهم، فإنهم سوف يضعون اهتماماتهم جنباً إلى جنب اهتمامات المستهلك.



## ما وراء المنظر الخارجى

31

يعكس المنظر الخارجى للبناء الأسلوب الذى اتبع فى تشييده. وقد استخلص المعماريون التقليديون الكثير من أشكالهم من المواد المحلية المحدودة، ومن تقلبات المناخ المحلية، والرغبة فى الحد من استخدام أحدهما ضد الأخرى. وقد وصلت الأبنية الفطرية دائماً إلى حد الجمال المتناسق منذ انتشار أسقف المنازل الحمراء بمدينة فلورنسا وحتى الخيام السوداء اللافتة للنظر للبدو الرحّل. وكما لاحظ فرانك لويد رايت قائلاً:

يقع الأساس الحقيقى لمعظم الدراسات الجادة لفن المعماري فى هذه المباني الفطرية المتواضعة والمتناثرة فى كل مكان. وهى تهتم المعماري مثل أهمية الفولكلور إلى الأدب، أو الأغاني الشعبية للموسيقى، والتي قلما يهتم بها المعماري الأكاديمي... ويمكن رؤية الجوانب الانتفاعية ومعالجتها بصدق طبقاً للإحساس الطبيعى الفطري. وغالباً ما تكون النتائج جميلة، وبناءة دائماً (28).

لقد تغيرت المفاهيم الجمالية تغيراً جذرياً مثلما انفصل البناء الحديث عن المبادئ البيئية. ومازالت القوى العقلية والحدود الجغرافية هى التى تشكل المباني، ولكنها تنبع من مكاتب رجال الأعمال والحكومات البعيدة. ونتيجة

لذلك فإنه نادراً ما تلتزم المباني الحديثة بالبيئة المحيطة بها مثلما تفعل المباني القديمة، كما أنها لا تعطى للزائرين إحساساً بارتباط طرز البناء بالمكان.

أما بالنسبة للمباني السكنية، فقد انتقل المطورون في هذا المجال من بناء منزل واحد إلى إقامة أحياء بأكملها متشابهة في المباني حتى أن أى تغيير قد يبدو أمراً غير طبيعى. وقد انتشرت في الأيام الأخيرة منازل ذات طابع خاص بالمزارع الكبيرة وخاصة في بروكفيس وأوريجون، ومتشابهة بشكل ملحوظ ومتماثلة في علوها وتمتد من فيلادلفيا إلى بودابست وسنغافورة. ولكن الاقتصاديات الحديثة اضطرت مصممي الأبنية المكتبية والسكنية الكبيرة والمصنوعة من الخرسانة والحديد إلى تجنب الزخرفة والميل إلى الأشكال الهندسية البسيطة والتي تبدو عادة مثل الصناديق التي تصمم وتبنى في وقت سريع. وقد ظهرت بعض الاستثناءات البعيدة عن هذا التماثل في التشييد رغبة في تحقيق ربح أو فائدة — مثل تصميم المتاجر والمطاعم بشكل يلفت أنظار سائقي السيارات الذين يمرون بسرعة من أمامها. ومجمل القول، فإن المنظر الطبيعى الحالى المنتشر في أنحاء الولايات المتحدة أصبح يتكون من بعض الأحياء المكتبية والسكنية المتماثلة إلى حد الملل بجانب عدد لا حصر له من المناطق التجارية ذات الألوان الصارخة والأنوار الساطعة (29).

وقد يعود إلى المباني رونقها وجمالها إذا بدأ المصممون في حل المشكلات

البيئية والصحية عن طريق تشييد مباني تجمع بين البيئة الطبيعية والإنسانية. وقد عقد مصممو المباني العزم على ضرورة وجود اختلاف واضح في أجزاء المبنى حتى يساعد العاملين فيه على التوجه من مكان إلى آخر. كما أنهم يرغبون أيضاً في زيادة المساحة الخارجية إلى أقصى حد للحصول على أكبر قدر من ضوء النهار، بجانب إنشاء الملاعب والحدائق المرئية للعاملين داخل المبنى. وقد أدت هذه الأولويات إلى ظهور مباني غير منتظمة الشكل تتلوى على شكل حرف S تعلق بوضوح عن باقي الأحياء ذات الخطوط المستقيمة. وعند النظر إلى هذه المباني من علو فإنها تبدو وكأنها كائنات حية محاطة بصناديق ثابتة (30).

وقد اقترح رايت بأن على المصممين المعاصرين تعلم بعض الأشياء من العاملين القدامى في مجال البناء، ولكن ليس من الضروري على الإطلاق محاكاتهم وتقليدهم، ولا التضحية أيضاً بوسائل الراحة والرفاهية الحديثة. ولكنهم قد يستطيعون استخلاص بعض المبادئ الموجهة للتصميم البيئي وتطبيقها على الطرز الحديثة. وقد يؤدي ذلك إلى أن تبدأ المباني الحديثة في تطوير لغتها الجمالية المعروفة، منتقلة من إقليم إلى إقليم مكونة عشرات من المباني الحديثة المرتبطة ببيئتها (31).

## تدمير البناء

يجب أن يتناسق أسلوب المعمار البيئي الحديث مع الطرز الحديثة الأكثر

تعقيداً وصعوبة من الأساليب التي كان يستخدمها العاملين في مجال البناء التقليدي القديم. وتسهم قرارات التصميم في الآونة الأخيرة ليس فقط في حل المشكلات البيئية المحلية، بل المشكلات الإقليمية والكونية والصحية أيضاً. (انظر جدول 1).

تبدأ المباني في تأكيد وجودها بمجرد الشروع في خطوات التشييد. ويدفع العاملون في التشييد – كل عام – بحوالي 3 بليون طن من المواد الخام – أي 40٪ من إجمالي السيولة في الاقتصاد الكوني – في مجال البناء. وتتكون غالبية هذه المواد من الأتربة والرمال – الطّفل لصناعة الطوب، والحصى والرمال للخرسانة. وعادة ما يؤدي قطع واستخراج هذه المواد إلى بعض الآثار الطفيفة بعيدة عن موقعها، ولكنها قد تؤدي إلى إزالة النباتات وتدمير الأرض في أماكن استخراجها<sup>(32)</sup>.

وبالرغم من قلة أطنان المواد المستخدمة إلا أن استخدام المعادن واللدائن يؤثر أكثر على البيئة من استخدام المواد المستخرجة من باطن الأرض، لأنها تحتاج إلى تنقية من المواد الخام منخفضة الدرجة أو إلى معالجة كيميائية شديدة. فعلى سبيل المثال، فإن بعض النحاس الذي يستخدم في المباني في الولايات المتحدة (حوالي نصف ما يستخدم في أنحاء البلاد) هو مادة معاد تدويرها، ولكن 80٪ من هذه الكمية مستخرج من مواد خام لا يمكن تعويضها ويجري تنقيتها خلال عملية تُعد من أكبر المصادر للتلوث الهوائي

### جدول 1: تأثيرات المباني الحديثة على الناس والبيئة

المشكلة	نصيب المباني من المشكلة	التأثيرات
استخدام المعادن الخام	40٪ من الحجر الخام، والحصى، والرمال، وجزء من المواد المعالجة الأخرى مثل الصلب.	تدمير الطبيعة - ترسب المواد السامة من المناجم والنفايات - التصحر، تلوث الماء والهواء من عملية المعالجة.
استخدام الخشب الخام	25٪ من عملية التشييد.	التصحر، الفيضانات، زيادة الغرين (الغرين)، خسائر بيولوجية وثقافية متنوعة.
استخدام موارد الطاقة	40٪ من مجموع استخدام الطاقة.	تلوث هوائي محلي، أمطار حمضية، سدود على الأنهار، نفايات نووية، احتمال التعرض لزيادة دفء الأرض.
استخدام المياه	16٪ من إجمالي المياه المستخدمة.	تلوث الماء، ويشمل الزراعة والنظم البيئية للماء.
إنتاج النفايات	مماثلة في الدول الصناعية لتوليد النفايات الصلبة المحلية.	مشكلات دفن النفايات في الأرض مثل رشح المعادن الثقيلة وتلوث المياه.
هواء داخلي غير صحي	هواء غير صحي في 30٪ من المباني الحديثة والمجددة.	ارتفاع معدلات المرضى - خسارة في الإنتاجية تبلغ العشرات من البلايين سنوياً.

فى الولايات المتحدة. إن كلوريد القينيل المتعدد، والمعروف باسم القينيل - وهو بلاستيك معالج بالكلور ويستخدم بكثرة فى الأنابيب، والجلدران الخارجية والنوافذ - أفضل قليلاً من النحاس. كما أنه من الصعب إعادة تدويره، بجانب أن إنتاجه وحرقة (إذا كانت هى الوسيلة للتخلص منه) يولد أوكسيدات مولدة للسرطان وأحاديث كلوريد القينيل وبعض الملوثات الأخرى. وقد نادت وزارة الصحة الألمانية، والجمعية الأمريكية للصحة العامة، بجانب بعض الجهات الأخرى بعدم استخدام كلوريد القينيل المتعدد فى حالة وجود بديل (33).

مازال الخشب فى البلاد الصناعية بأمريكا الشمالية والدول الاسكندنافية ودول الباسيفيك هو المادة الأساسية فى بناء المنازل. ولذلك فإن عملية التشييد تحتاج إلى أكثر من ربع إنتاج العالم من الخشب الذى يبلغ 3.5 بليون متر مكعب. (بالإضافة إلى أن 55٪ من محصول الخشب فى العالم يتم حرقة للطهى ولتدفئة المنازل، وخاصة فى البلاد النامية) (34).

انكمش غطاء الكرة الأرضية من الغابات خلال المسئات من السنين الماضية إلى الخمس، وأصبح نصف ما تبقى منها مجرد غابات منعزلة متناثرة أو مناطق تجارية لزراعة محصول واحد. وقد أدت هذه التغيرات إلى القضاء على الآلاف من أنواع النباتات والحيوانات ودمرت أراضي العديد من الشعوب البدائية. كما أن معظم محصول الخشب من الغابات النامية منذ

القدم هو فى الحقيقة عملية تدمير وقضاء على الأشجار . وأكبر دليل على ظهور أزمة فى الغابات هو اتجاه العديد من الدول إلى استيراد كميات ضخمة من الأخشاب بعد أن أصبح استخدامها للخشب يفوق قدراتها المحلية . ولجأت اليابان – التى أصبحت إلى حد كبير من أكثر بلاد العالم استيراداً للأخشاب إلى استيراد جزء من أخشابها من الغابات المنكمشة على شاطئ المحيط الهادى وذلك لتلبية احتياجات البناء التى ازدهرت منذ الثمانينيات (35) .

وقد نتج عن التشييدات العالية كميات ضخمة من النفايات الصلبة توازى الكميات الناتجة عن هدمها . فإن إقامة منزل عادى فى الولايات المتحدة مساحته 160 متراً مكعباً ويزن 150 طناً يؤلّد حوالى 7 أطنان من النفايات . كما يتم هدم منزل من كل ست منازل أو وحدات سكنية مشيدة – أى حوالى 150,000 طن من النفايات كل عام . ونتيجة لذلك ، فإن الولايات المتحدة تنتج تقريباً نفايات من عمليات البناء والهدم تماثل القمامة المحلية . كما ينتج الاتحاد الأوروبى كميات تزيد عن ذلك بنسبة 50٪ (36) .

وتستهلك عملية تشييد المباني طاقة أيضاً ، من المناجم وإلى المسابك ثم إلى مواقع التشييد . ويحتاج كل من الحديد والزجاج والطوب إلى كميات كبيرة من الوقود الحفصرى . كما يستهلك نقل المواد إلى مواقع البناء إلى طاقة أكثر . ويقدر مقدار استخدام الطاقة فى هذه الأنشطة – فى الولايات المتحدة – بحوالى 9٪ (37) .

وتؤدى عملية البدء فى البناء إلى خسائر تفوق عملية التشييد من حيث استخدام واسع للطاقة وكميات هائلة من الماء النقى. وقد زادت استخدامات الطاقة بين عامى 1971 و 1992 فى المباني على المستوى العالمى إلى 2٪ فى المتوسط. وفى عام 1992 كان نصيب المباني من إجمالى استخدام الطاقة يعادل 34٪. ويشمل ذلك 25٪ من الوقود الحفري، و44٪ من الطاقة المائية، و50٪ من الطاقة النووية (38).

وبالإضافة إلى استخدام الوقود والطاقة فى التشييد، فإن المباني تستخدم ما لا يقل عن 40٪ من الطاقة العالمية. ولذلك فهي تعد المسؤولة عن انبعاث ثلث كمية ثانى أكسيد الكربون الناتج عن احتراق الوقود الحفري، وخُمسين من المطر الحمضى الذى يؤدى إلى تكون ثانى أكسيد الكبريت وأكاسيدات النيتروجين. كما تسهم المباني، أيضاً، فى الكثير من الآثار الجانبية لاستخدام الطاقة، مثل تسرب زيت البترول، وتوليد نفايات نووية، وإقامة السدود على الأنهار، وتسرب المواد السامة من مناجم الفحم، وانبعاث الزئبق من عملية احتراق الفحم (39).

وقد ظهرت تقديرات مماثلة عند القيام بمسح عن استخدام المياه فى المباني. فتزايد استخدام المياه فى المناطق الحضرية — من بكين وحتى لوس أنجلوس



«إن استخدام أجهزة التهوية للحفاظ على  
نظافة الهواء كثيراً ما يؤدي إلى الإضرار به».

39

يؤدي إلى خفض الكميات المحددة من المياه وضرورة إقامة مشروعات ضخمة  
تسحب إمدادات المياه من الزراعة. وبالإضافة إلى ذلك، فإن مصانع الطاقة  
الكهربية تستخدم المياه كمادة للتبريد وتنتهي إلى صيها في الأنهار حاملة مواد  
حرارية وكيميائية ملوثة. ولذلك فإن استخدام المياه في المباني ومصانع الطاقة  
الكهربية يعادل سدس نصيب المباني من استخدامات المياه على المستوى  
العالمي (40).

وأخيراً، تخلق العديد من المباني الحديثة بيئات داخلية خطيرة على ساكنيها.  
وعما لاشك فيه أن «متلازمة البناء المريض» التي تحدث في 30٪ من الأبنية  
الجديدة والمجددة قد أصبحت من الأعراض المعروفة على المستوى العالمي. فإن  
استخدام أجهزة التهوية للمحافظة على نظافة الهواء كثيراً ما يؤدي إلى  
الإضرار به، لأن هذه الأجهزة تعرض السكان إلى استنشاق الهواء لعدة  
ساعات بدون انقطاع مما يؤدي إلى إيواء وانتشار الفطريات غير الصحية. وقد  
يؤدي ذلك إلى الشعور بصداغ وغشيان. وتحبس المباني محكمة الإغلاق  
المركبات العضوية المتطايرة Volatile organic compounds (VOCs) والتي  
يمكن أن تتسرب من خلال المواد المركبة، والأثاث، والسجاجيد، والدهان،  
وتتراكم هذه المواد بتركيزات تزيد إلى أكثر من مائة مرة عند وجودها خارج  
هذه المباني. وقد يؤدي التعرض طويل المدى لبعض المركبات العضوية المتطايرة  
(VOCs) إلى زيادة احتمالات التعرض لمرض السرطان أو الخلل في الجهاز  
المناعي (41).

وقد تصل التكاليف الطيبة والإنتاجية للعامل نتيجة اعتلال الهواء داخل المبنى إلى عشرات البلايين من الدولارات كل عام. وبالإضافة إلى ذلك فإن بعض الباحثين يعتقدون أن دورة الهواء المحكومة قد تسهل انتشار الأمراض التي تنتقل عن طريق الهواء مثل البرد العادى والأنفلونزا. وإذا ثبت صحة هذه الاعتقادات فسوف يرتفع التأثير الاقتصادى لهذه الابنية المريضة، وقد يصل إلى مئات البلايين من الدولارات سنوياً (42).

كيف يمكن تشييد مباني أفضل؟ سوف نحصل على بعض الإجابات من الماضى. ففي فترة اتسمت بالوفرة الواضحة - قد يكون من السهل أن ننسى أن الندرة هى أم الاختراع، وهى التى دفعت بعدد لا يحصى من الحضارات على مدى آلاف السنين لأن تسلك الطرق المثالية لعمل أكثر ما يمكن من أقل شىء ممكن. وقد نستطيع الحصول أيضاً على بعض الأجوبة من المعامل التى يقوم فيها الباحثون بالتطوير المستمر لمواد أكثر منفعة لصحة الإنسان وموارد وتقنيات أكثر كفاءة للاستخدام. وسوف يزداد إعادة استخدام الأساليب القديمة فى الأبنية الجيدة، والتى أهملها، حالياً، المصممون، مع ربطها ببعض التقنيات الحديثة لخلق تركيبة أفضل للبيئة والحياة البشرية.

### الاهتمام بمواد البناء

إن القرار الأساسى الذى يجب أن يأخذه كل من يعمل فى مجال البناء هو

نوعية المواد التي يجب أن تستخدم في البناء. فالاختيارات في نوعية المواد قد تصيب المرء بالدهشة لكثرتها. فهي قد تشمل الطوب النئى الذى يتم تجفيفه تحت أشعة الشمس وحتى الاختراعات الحديثة مثل القشيبيل. ويستطيع كل مصمم - عند اختيار أحد هذه المواد - أن يحكم على نوعية هذه المواد طبقاً للعديد من المواصفات: فبجانب سهولة التعامل معها، يجب أن تكون قادرة على عزل انتقال الكهرباء أو الحرارة أو الصوت، وتمنع أى تسربات هوائية، كما تتحمل الضغط والجهد الزائدين، ومقاومة للنار، وضد الرطوبة والتآكل، بجانب جمال منظرها وقلة تكلفتها.

وهناك الكثير من الأمور التى تدعو المصممين المهتمين بالبيئة إلى القلق. فوراء كل مادة من هذه المواد تاريخ طويل من التصنيع. وكل خطوة تمر بها هذه المواد أثناء صنعها لها تكلفتها البيئية والصحية سواء كان الحصول عليها يتم عن طريق الفأس أو أنابيب السحب. فالمواد التى ينبعث منها مركبات عضوية متطايرة، يظل لها نفس المفعول داخل المبنى. فالثمن الذى تدفعه كل مادة مستخدمه فى البناء فى البلاد الصناعية ثمناً غالباً للغاية، بجانب عدم وجود حلول بديلة كثيرة.

وتستطيع صناعة البناء استخدام مواد أكثر تحملاً. والأسس العريضة للحصول على هذه المواد معروفة: الحصول على مواد تستلزم أدنى حد من تكلفة الانتقال والمعالجة - أى مواد محلية طبيعية، وتجنب المواد التى تنبعث منها

التوكسينات (المواد السامة)، واستخدام المواد بكفاءة، واستخدام المواد التي يمكن إعادة تجديدها، أو إعادة تدويرها أو كليهما.

من المفيد للمصممين، عند استخدام القاعدة الأولى معرفة مقدار الطاقة التي تستخدم لتصنيع كل مادة. وكلما قلَّت عمليات المعالجة، وقصرت المسافة عند نقلها كلما انخفضت كمية الطاقة المستخدمة بجانب انخفاض التلوث الذي ينتج أثناء تصنيعها. ونظراً لأن الطاقة اللازمة للحصول على المواد التقليدية – مثل الخشب والحجارة والطين اللبن – قليلة إلى حد ما، فهي تقع جميعها في نطاق المواد ضعيفة التأثير. ولكن المواد التي تتسم بالقوة والشفافية وموصلة جيدة للكهرباء فهي المواد المفضلة عند تشييد المباني الحديثة بالرغم من استخدامها لطاقة أكثر وتنتج مواد ملوثة أكثر (انظر الجدول 2).

وقد يؤدي إنتاج الصلب، على سبيل المثال إلى تلوث بيئي شديد. كما يؤدي استخراج الحديد من المناجم إلى إنتاج نفايات تؤدي إلى تلوث جداول المياه القريبة بالمعادن الثقيلة عن طريق الارتشاح. وقد ينبعث الرصاص وبعض المعادن الثقيلة السامة من مواقع إنتاج الصلب المفتوحة. وتنتشر أفران صناعة الصلب المفتوحة في الكتلة الشرقية السابقة وبعض الدول النامية. ولكن، لحسن الحظ، فإن الدول ذات اقتصاديات السوق المتقدمة تستخدم أفراناً متقدمة، وكميات أكبر من الصلب المعاد تدويره، كما أنها تستهلك طاقة

جدول 2: الطاقة المستخدمة في إنتاج وإعادة تدوير مواد مختارة للبناء في المملكة المتحدة (1)

المادة	إنتاج المواد الخام	إعادة التدوير
	(جيجا جول في كل طن)	
أسمنت	0.5 - 1.5	0.5 - 1.5 <sup>(2)</sup>
طوب	2.5 - 6.1	
خشب (محصول محلي) <sup>(3)</sup>	4 - 5	
زجاج	13 - 25	10 - 20
لدائن (بلاستيك)	80 - 220	50 - 160
صلب	25 - 45	9 - 15
نحاس	70 - 170	10 - 80
ألومنيوم	150 - 220	10 - 15

(1) إن المجالات الواسعة في هذه المعلومات تعكس الاختلافات في عمليات التصنيع من مصنع إلى آخر، وفي المواد التي تنقل عبر مسافات بعيدة. (2) استخدام الخرسانة القديمة المسحوقة للتكميل وجميع أنواع الأسمنت البورتلاندي الجديد (3) عادة لا يتم إعادة تدويره، بالرغم من إمكانية إعادة استخدامه، أو ضمه إلى بعض منتجات البناء الأخرى.

المصدر: Nigel Howard, Davis Langdon Consultancy, London, printout, September 20, 1994, and private communication, September 27, 1994; recycling energy use for glass and plastics are Worldwatch estimates, based on ibid., and on data from Jeffrey Morris and Diana Canzoneri, *Recycling Versus Incineration: An Energy Conservation Analysis* (Seattle, Wash.: Sound Resource Management Group, 1992).

أقل. وبالإضافة إلى ذلك فإن نسبة التلوث المنبعثة من هذه الأفران منخفضة بشكل ملحوظ عن مثيلتها من الأفران المفتوحة. ولكن - طبقاً لبيانات من المملكة المتحدة - فمازال استخدام بعض المواد مثل الصلب، والنحاس، والألومنيوم، والخرسانة، يؤدي إلى زيادة استخدام الطاقة من 2 إلى 4

أضعاف. ويغض النظر عن خصائص هذه المواد المتميزة، وتكالفها البيئية العالية، فإن المصمم المهتم بالبيئة يحتاج إلى استخدام المواد الحديثة بدقة تماثل استخدام تاجر الجواهر للمعادن النفيسة (43).

وتفقدنا فكرة العودة إلى إقامة مباني أكثر تحملاً ومرونة عند تصميمها، إلى أهمية التمييز بين أنواع المواد المستخدمة في البناء. وبالرغم من أن المواد غير العضوية في صناعة البناء قد تنقصها المرونة إلا أنها شديدة التحمل مما يجعلها مادة مثالية في أعمال التشييد. إن معظم المباني القديمة التي بقيت على مر الزمان — مثل الأهرامات المايانية (في أمريكا الوسطى والمكسيك) والمصرية، والبارثيون، وتاج محل — مصنوعة من الحجارة. وعلى العكس من ذلك فإن المواد العضوية وبالأخص الأخشاب، أكثر عرضة للفناء. لأن الذرات المعقدة الموجودة في شعاع خشبي تحتوى على 15 جيجا جول من الطاقة لكل طن، مما يجعل الخشب أكثر عرضة للعفن وهجوم النمل الأبيض، أو أسهل في استخدامه كوقود للنار. ولكن نظراً لأن الخشب أسهل في استخدامه وأرخص في تكلفته فإنه مناسب عند بناء وحدات سكنية تتغير كل عدة سنوات مثل المنازل ذات الحوائط غير الحاملة للثقل (44).

وقد استخدمت الحضارات ذات المناخ المتعدد — وحيث تتناثر المواد العضوية في مناطق متفرقة — مواد غير عضوية شديدة الاحتمال في صناعة منازلها: وهى كلها مستخرجة من الأرض نفسها. فقد صنع البناءون الصينيون

القدامى حائط الصين العظيم من الطين المكبوس فى قوالب صلبة. كما عثر علماء الآثار - فى الشرق الأوسط - على قوالب من الطين اللبن مصنوعة من آلاف السنين. كما اتجهت معظم أوروبا، من إنجلترا وحتى البلقان، إلى استخدام الطين اللبن بعد تدمير غاباتها فى القرون الوسطى. ويسكن الآن حوالى خمسين من البشر فى منازل مصنوعة من المواد الأرضية مثل التراب والطين اللبن (45).

وقد يوحى التاريخ الطويل لاستخدام المواد الأرضية بالبداية، ولكن هذه المواد مناسبة تماماً لتشييد المباني الصغيرة والمتوسطة الحجم. وهى لا تحتاج مثل الأسمنت والطوب إلى طاقة عالية ونار عالية الحرارة. إن التربة الملائمة للبناء موجودة فى كل مكان فى مواقع التشييد وفى أنحاء كثيرة من القارة الأمريكية، وأوروبا، وأفريقيا، وآسيا. وفى اليمن يصل ارتفاع المباني المصنوعة من المواد الأرضية إلى خمسة طوابق. كما أن المباني المشيدة من هذه المواد لا تؤثر فيها النار كما أنها ضد العفن، وقد تصبح أكثر مقاومة للزلازل - إذا استخدم فى تشييدها التقنيات الملائمة - وأفضل من المباني المشيدة من الخرسانة والطوب (46).

وقد يفضل العاملون فى مجال البناء - فى الأقاليم التى تتسم تربتها بعدم صلاحيتها لمواد البناء - استخدام المواد القابلة للفتاء ولكنها مواد عضوية دائمة ومتاحة، عن المواد غير العضوية التى تشحن بالبواخر من أماكن بعيدة.

وبالرغم من أن الخشب سيظل المادة المفضلة للبناء في الأماكن التي ينتشر فيها استخدامه فما زال هناك مواد عضوية أخرى متاحة. وقد حظيت المباني المشيدة على نظام ولاية نبراسكا في الولايات المتحدة - والتي تصنع من بالات القش المكبوسة والمكبوسة بالجص - باهتمام بعض العاملين في مجال البناء في أوائل التسعينيات من هذا القرن. وبالإضافة إلى وفرة القش (يحرق المزارعون 180 مليون طن من القش سنوياً، في الولايات المتحدة فقط، والتي تكفي لبناء 5 مليون منزل) فإنه سهل الاستخدام وعازل من الطراز الأول للحرارة (47).

وفي البلاد الصناعية، حيث ترتفع تكلفة اليد العاملة، بدأ مستخدمي المواد المستخرجة من الأرض مثل الطين والقش في العمل على تقليل التكلفة. وهناك إحدى الشركات البريطانية تصنع منذ ما يقرب من نصف قرن - ألواح ضخمة للبناء من القش المضغوط والتي يمكن أن تحل محل الدعامات الرئيسية المصنوعة من الخشب في الأسطح والأسقف والأرضيات والحوائط. وقد صدرت هذه الشركة مصانع لأكثر من خمسين دولة تشمل استراليا، والولايات المتحدة، وكينيا، والبرازيل، والصين. ويتج كل مصنع من هذه المصانع - يومياً - 2,000 متر مربع من الألواح المصنوعة من القش بأقل قدر من العمالة، والطاقة، والتلوث. وقد أشارت الشركة في تقاريرها إلى زيادة الاهتمام بهذا النوع من الألواح خلال السنوات الأخيرة. وبالمثل فقد باعت شركات في كل من استراليا، وألمانيا، وسويسرا، والولايات المتحدة



ماكينات صغيرة تنتج حوالى 900 كتلة مضغوطة من المواد المستخرجة من الأرض كل ساعة. وقد صرح مايكل لانجلي، وهو أحد العاملين فى مجال البناء فى بلدة أوستن بولاية تكساس، بأنه يستطيع منافسة صانعى المنازل المشيدة من الحجر أو الطوب التقليديين بكفاءة بمجرد استخدامه آلة واحدة من هذه الآلات. إن التكلفة البيئية للكتل الأرضية المصنوعة بهذا الأسلوب — تقدر بنسبة 1 إلى 500 من تكلفة صناعة الطوب — إذا قيس بمقدار الطاقة المستخدمة (48).

ومن الأسباب الأخرى لزيادة الاهتمام بمواد البناء هو تأثيرها الفعلى على جودة الهواء داخل المباني. لأن معظم مركبات مواد اللصق والتجفيف فى صناعة السجاد، والقشرة الخشبية، والألواح الرقيقة، والخشب الرقائقى، والدهانات المصنوعة من مواد بترولية ينبعث منها مركبات عضوية متطايرة ضارة بالصحة. أما بالنسبة للدهانات فتوجد بدائل أفضل مصنوعة من بذر الكتان. كما أن للخشب الرقائقى، والألواح المجدولة والرقيقة والتي تحتوى على مواد غروية معيارية مصنوعة من الفورمالدهايد، فهناك العديد من البدائل التى يمكن أن تحل محلها مثل الألواح المصنوعة بغراء ذو مركبات عضوية متطايرة ضعيفة، والأسمنت، والجبس أو الخشبين وهو مادة طبيعية تستخدم فى اللصق فى صناعة الأخشاب. وقد ينظر — على المدى البعيد — العاملون فى مجال البناء بعين الاعتبار إلى استخدام المواد غير العضوية والتي ينتج عنها مشكلات أقل بالنسبة لجودة الهواء (49).

إن التحدى الثانى - بعد اختيار المواد - بالنسبة للعاملين فى مجال البناء، هو استخدامها بكفاءة بقدر الإمكان. وقد تقدم فن استخدام الأخشاب تقدماً ملحوظاً بسبب اختفاء الغابات البدائية من أماكن كثيرة فى العالم. وفى عام 1993 استطاعت شركة دافيز انيرجى جروب Davis Energy Group وشركة الباسيفيك للغاز والكهرباء فى مدينة دافيز بولاية كاليفورنيا، عند تشييد أحد المنازل، وضع ألواح الأخشاب على مسافات متباعدة بدون تعريض سلامة المبنى لآى مخاطرة، ولكنه يوفر نصف كمية الخشب. وقد شيد «مركز تكنولوجيا البناء» فى مدينة ميسولا بولاية مونتانا، منزلاً يمثل تقنيات أكثر تعقيداً خاصة بالبناء المتميز القائم على استخدام الأخشاب. فقد تم حشو الحوائط بمواد عازلة بين الألواح المجدولة ذات المركبات العضوية المتطايرة الضعيفة، بدلاً من استخدام الأطر العادية المصنوعة من الخشب والتي تحتاج إلى دعائم وعوارض طويلة من الأشجار كاملة النمو. وبالإضافة إلى ذلك تم استخدام عوارض مستقيمة مترابطة على حرف I للأرضية مصنوعة من فئات الخشب تشبه مثيلاتها من الفولاذ. وتتسم هذه الطريقة بقدر كبير من المتانة والقوة بجانب توفير كمية الخشب المستخدمة بنسبة 75٪. وهى رخيصة مثل الخشب الرقائقى لأنها مصنوعة من فئات الخشب الذى يتم عادة التخلص منه كنفائات. وقد جذبت هذه الدعائم انتباه العاملين فى مجال البناء خلال العشر سنوات الماضية. وطبقاً لإحدى الدراسات فإن 64٪ من العاملين فى مجال بناء المنازل فى الولايات المتحدة يستخدمون هذه العوارض والدعائم (50).

«لقد تم بناء كنيسة سانت ألبانى منذ 900 عام من بعض الطوب الذى تم الحصول عليه من حطام أبنية رومانية يرجع قدمها إلى ما يقرب من 1000 عام».

49

ويستطيع البناءون أيضاً استخدام المواد الحديثة بكفاءة أكبر. وقد قل استخدام الصلب فى بناء الأبنية المكتبية الحديثة إلى الثلث فى الولايات المتحدة الأمريكية منذ الستينيات، واستعاض عنه باستخدام الخرسانة المسلحة التى يدخل فى تركيبها الحديد الصلب التى تحتاج إلى طاقة أقل. وفى عام 1993 طورت إحدى الشركات الفرنسية خرسانة تتكون من آلاف الأسلاك الحديدية فى حجم الشعرة بدلاً من القضبان الحديدية القياسية. وقد اتسمت هذه الخرسانة بالمتانة والقوة المطلوبان من الخرسانة التقليدية والتى تبلغ فى تخانتها ثلاثة إلى أربعة أضعاف، بجانب توفير إضافى فى المواد (51).

وهناك طريقة هامة أخرى مماثلة لمواصلة استخدام المواد وهى إعادة استخدام المواد وإعادة تدويرها. وينتج عن عملية التشييد التقليدية فى أمريكا الشمالية حوالى 20 إلى 35 كيلوجرام من المخلفات الصلبة لكل متر مربع من المساحة الأرضية. ويتكون معظم هذه المخلفات من بقايا الطوب والخرسانة وقطع الأخشاب الصغيرة والتى يتم إعادة استعمالها أو إعادة تدويرها. ولإدراك وزارة الطاقة الكندية لهذه الحقائق أقامت مسابقة للتصميم فى عام 1991 أطلق عليها «برنامج المنازل المتقدمة» لعرض المنازل التى توافرت فيها للمحة الفنية مع الأبعاد البيئية والصحية مثل الطاقة، واستخدامات الماء والمواد الأخرى، بجانب جودة الهواء داخل المنازل. وقد حقق عدد من الفائزين العشرة إنجازاً مثيراً عن طريق خفض مخلفات التشييد. وقد استطاع صانعى «المنزل البيئى Envirohome» فى نوفاسكوتيا إعادة تدوير ثلثى 3.4

طن من الأنقاض التي كان من الممكن استخدامها في أعمال الردم فقط . كما استخرج القائمون على أعمال بناء «المنزل الأخضر» في ووترلو بأونتاريو خمسة كيلوجرامات من المخلفات - أما الباقي الذي كان - عادة - يتم التخلص منه فقد تم استخدامه في مباني أخرى أو أعيد تدويره (52).

ومن الأسهل ، عادة ، إعادة استخدام المواد غير العضوية عن المواد العضوية . فمن السهل إنقاذ قوالب الطوب والأسمنت بدون أن يصيبها أية أضرار عند تدمير أحد المباني . فكنيسة سانت ألباني التي مازالت قائمة في جنوبي إنجلترا ، والتي شُيّدت منذ 900 عام بنى جزء منها من طوب تم الحصول عليه من حطام أبنية رومانية يرجع قدمها إلى ما يقرب من 1000 عام . وتستطيع الفرق الحديثة المتخصصة في تدمير المنازل تحطيم كتل الخرسانة الضخمة وخلط ما يتج منها من مسحوق أسمتي ناعم بأسمنت إضافي لعمل خرسانة جديدة . وقد استطاعت أحد هذه الفرق في مدينة سيدني بأستراليا والتي هدمت ناطحة سحاب كاملة إلى تجميع الزجاج والحديد والخرسانة كل على حدة وإرسالها لأماكن إعادة التدوير . وهو أسلوب قد يشاع استعماله نظراً لازدياد تكلفة أعمال الردم (53).

وتجد الشركات صعوبة في الحصول على عملاء جدد لشراء قطع الأخشاب المحشوة بالمسامير . ولكن من الممكن إجراء عملية تشبه عملية إعادة تدوير

الورق، عن طريق شحذ أو طحن القديم منها وإعادة استخدامه كإلياف. وقد أنشأ أحد الأشخاص في ولاية كاليفورنيا شركة لصناعة أحد المواد التي أطلق عليها اسم «جريدكور gridcore» من خليط من أوراق الصحف القديمة، وصناديق الكرتون والأخشاب لإعطائها أقصى درجة من القوة والمتانة بجانب أدنى حد من الثقل. ومن المعتقد أنه في القريب العاجل سيتم استعمال هذه المادة في بناء منازل بأكملها عن طريق استخدام هذه العوارض والدعامات الجديدة، والمسامير كبيرة الرأس، والألواح. وقد استطاعت الشركة الجديدة الحصول على بعض العملاء المتميزين. مثل شركة الإلكترونيات العملاق «سوني»، كما شرعت في التعاون مع «صناعات أرمسترونج العالمية» والتي تنتج 80٪ من قرميد الأسطح على المستوى العالمي (54).

إن اختيار مواد البناء سيصبح من أكثر الأشياء صعوبة بالنسبة للمصمم الذي يهتم بشئون البيئة. كما أن التنوع في الاهتمامات العملية والبيئية فيما يختص بمسألة المواد يوازى التنوع في أساليب التعامل معها. ونظراً لهذه التعقيدات، فقد لا توجد بدائل مثالية للمواد التقليدية ولكن قد يوجد ما هو أفضل منها. وعندما ترتبط الاختيارات بالسرعة، فإنه يجب على المصممين النظر إلى اختيار المواد وكأنه عملية دائمة التغير. ومع مرور الوقت سيتطور إلى الأفضل تفهمهم لهذه الاختيارات، وستظهر حلول أخرى مثل مادة «الجريدكور» وآلات صنع الكتل الأرضية.

إن منزل دافيز - منزل كاليفورنيا الذى صنع بنصف كمية أخشاب المناطق المجاورة - لا يتميز فقط بتوفيره للمواد. فهذا المنزل يقف فى اتساق شديد مع المباني الجديدة فى الضواحي المجاورة، وهو يتضمن جراجين ضخمين للسيارات، وتتصدره الحشائش الخضراء التى جُرَّتْ بعناية. ولكن وجوده فى منطقة تصل درجة الحرارة فيها فى فصل الصيف إلى 40 درجة فهرنهايت، يجعله منزلاً فريداً فى نوعه لسبب واحد فقط وهو عدم وجود أجهزة تكييف على الإطلاق<sup>(55)</sup>.

كان الهدف الأساسى لشركة ب ج ، إ ، PG & E للقيام بمهمة بناء منزل دافيز هو الإثبات بالدليل الواضح قدرة التصميم الجيد على تقليل احتياجات الطاقة وتوفير المال بدون التضحية بوسائل الراحة. وقد قرر المصممون - باستخدام عملية متكاملة - أن فى استطاعتهم توفير أكبر قدر من المال والطاقة عن طريق تجنب استخدام الآلات الإضافية بقدر الإمكان، وتهئية المنزل - بدلاً عن ذلك - للتكيف بطريقة أفضل مع بيئته المجاورة. ولذلك فقد وضعوا خطة لتقليل الفجوات والانبعاثات فى الأرضية إلى أقصى حد ممكن لتقليل كمية امتصاص الحرارة عن طريق المساحات السطحية، مع إجراء عملية عزل جيدة، ووضع النوافذ فى أماكن تسمح بالتقاط أشعة الشمس فى أوقات معينة فقط فى اليوم وفى السنة. كما تم طلاء السقف بلون يعكس ضوء الشمس

إلى السماء، واستخدام بلاط للأرضية وحوائط داخلية سميكة لامتناس الحرارة خلال النهار وإطلاقها أثناء الليل (56).

53 ونتج عن ذلك تصميم جاهد فى سبيل تسخير القوى الطبيعية فى بعض الأوقات، وانحرافها فى أوقات أخرى من أجل خلق مناخ داخلى مناسب يساعد على العيش فيه طوال السنة. وبعد توفر كل هذه الصفات بدأ المصممون فى اللجوء إلى الميكنة بإضافة مراوح فى الغرف للأيام الشديدة الحرارة من السنة، وتركيب جهاز للتدفئة يعمل بالغاز بكفاءة عالية لاستخدامه فى الأيام الشديدة البرودة (57).

وطبقاً لآراء ساكنى المنزل، بجانب المقاييس الموضوعية فإن شركة PG & E قد نجحت فى خلق منزل مريح واقتصادى وشديد الكفاءة. وقد تضمنت المعلومات المبدئية بقرب الوصول إلى الهدف المعنى الخاص بتقليل استخدام الطاقة إلى 60٪، والذي يعنى توفير مبلغ 1,600 دولار من فاتورة الطاقة فى السنوات العشرين الأولى. وبمجرد استخدام هذه التقنيات استخداماً تجارياً فإن تكلفة بناء مثل هذا المنزل يجب أن تقل بمبلغ 1,800 دولار بالنسبة للتصميم المعيارى التقليدى (58).

إن ملاءمة منزل دافيز للبيئة المحلية يعد من الحالات الاستثنائية فى الدول الصناعية. بينما كان المصممون يلجأون إلى إقامة المباني بقرب مصادر المياه

أو بأسلوب يجعلها تحصل على أكبر قدر من الهواء العليل وأشعة الشمس في الشتاء، فقد لجأ معظم المعمارىون المعاصرون إلى تصميم منشآتهم طبقاً لوسائل أخرى أكثر نفعية - وهو الإسراف فى استخدام النظم الآلية التى ستقوم مقام ما يطلق عليه التصميم غير العملى. وبدون هذه الأنظمة فإن المبانى قد تعانى من البرودة الشديدة فى الشتاء، والحرارة العالية فى الصيف.

وبمجرد انتشار التحكم الآلى للمناخ، أصبح فى استطاعة المصممين إنشاء أى مبنى فى أى مكان مادام فى استطاعتهم توفير الطاقة بوفرة داخل المبنى. فعلى سبيل المثال، فإن المنزل المقام فى كيب كود والذى شُيد على مولدات لمقاومة الرياح الشديدة واستغلال ضوء الشمس الضعيف أثناء فصل الشتاء فى الشمال الشرقى للولايات المتحدة، أصبح من الممكن إقامته فى فرجينيا حيث المناخ المعتدل. وفى عام 1937 تنبأ لى كوربوزيه Le Corbusier رائد العمارة الحديثة ومبتكر المبانى السكنية العالية الحديثة قائلاً: «إنى أهدف إلى إقامة مبنأ واحداً لكل البلدان ولكل أنواع المناخ». وقد أصبحت أعمدته الخرسانية الرمادية اللون، والتي اعتبرت فى يوم من الأيام لا تصلح للسكنى فى أى مكان، هى أماكن السكنى فى كل مكان - بإضافة أجهزة التكييف، والمصاعد، وتدفق الماء والطاقة طوال الوقت (59).

إن نصف الطاقة المستخدمة فى تشغيل وتشيد أى مبنى مسخرة لإنتاج مناخ



صناعى داخلى - التدفئة، والتبريد، والتهوية، والإنارة - ولذلك فإن التوفير المحتمل من التصميمات القائمة على استخدام القوى الطبيعية للقيام بنفس الأغراض - قد يشكل مبلغاً كبيراً للغاية. ولذلك فإن التصميم الذى يراعى المناخ قد يكون أفضل وسيلة لتقليل التأثير البيئى للمباني الحديثة<sup>(60)</sup>.

وتختلف الأساليب - رغماً عن ذلك - من مبنى إلى آخر. فالمباني الصغيرة تسرب أو تمتص الحرارة بصورة أكبر طبقاً للمساحة الداخلية والتي تجعل من وسائل العزل أمراً أساسياً. وعلى العكس من ذلك فإن المباني الضخمة تفقد القليل من الحرارة عند ازدياد البرودة فى الخارج، وتكتسب حرارة أقل عند دفء الجو فى الخارج - ولكن تتطلب تقنيات خاصة لاستخدام أفضل الطرق لاستخدام أشعة الشمس فى الإضاءة. وبالإضافة إلى ذلك، فإن التصميم الذى يراعى البيئة، يجب أن يتكيف مع الاختلافات الإقليمية عند إتاحة الموارد مثل ضوء الشمس، والرياح، والأمطار<sup>(61)</sup>.

إن جميع المباني - مثل الحيوانات ذات الدم الحار - ولكن الصغيرة بشكل خاص، تحتاج إلى جلود فعالة للتحكم فى درجة حرارتها الداخلية خلال اليوم وعلى مدار السنة. وقد شغلت هذه الفكرة البسيطة الوعى العام فى كثير من البلدان أثناء أزمات البترول فى السبعينيات من هذا القرن، واضطرت ملايين الأشخاص إلى إضافة المواد العازلة للحوائط وأسقف المنازل والشرائط المطاطية العازلة للحرارة على النوافذ. وقد أدى ذلك إلى انخفاض

كمية الحرارة الصناعية المطلوبة لكل متر مربع في البيت العادى فى الولايات المتحدة إلى 40٪ بين عام 1973 وعام 1990. كما وصل هذا الانخفاض إلى أكثر معدلاته فى الدانمارك حيث وصل إلى 46٪ (62).

ومن المحتمل زيادة المكاسب، خلال العشرين عاماً القادمة، فى بلاد الكتلة الشرقية السابقة، حيث تجاهل التخطيط الاقتصادى المركزى السابق الإسراف فى استخدام الطاقة. ومع استخدام هذه البلاد للأسواق فى تحديد سعر الطاقة سيؤدى ذلك إلى خلق الدافع الاقتصادى لتحسين الكفاءة التى حققها الغرب منذ ما يقرب من عشرين عاماً. ولكن، على المدى القصير، قد يمنع نقص رؤوس الأموال أصحاب المباني من استثمار هذه الكفاءة إلا إذا قدمت الشركات والهيئات فى الدول الغربية يد المساعدة. ولتحقيق إمكانية هذا التعاون قامت الحكومة السويدية حالياً بتمويل مشروع فى بلدة تالين بامستونيا يستخدم بعض الإجراءات البسيطة التى تتضمن المواد العازلة، والأشرطة المطاطية على النوافذ وذلك لخفض استخدام الطاقة فى المباني السكنية إلى 30٪. ومع الانخفاض الشديد الذى تم تحقيقه فى كل من الولايات المتحدة والدانمارك، وعدم الكفاءة الملحوظ فى المباني الموجودة بالكتلة الشرقية السابقة، فإن إمكانية تحسين التكلفة الحقيقية قد يزيد بسهولة عن 50٪ (63).

وفى نفس الوقت، اكتشف بعض العاملين فى مجال البناء فى الغرب أن

«إن التصميم طبقاً للمناخ قد يكون أفضل  
وسيلة لتقليل التأثير البيئي للمباني الحديثة».

57

تحديد المصممين منذ البداية لأماكن إحكام الهواء والتكامل الحرارى، قد يجعل من الأبنية الحديثة مكاناً أكثر راحة وكفاءة من الأبنية القديمة التى تم تجديدها وتحسينها. وخلال العشر سنوات الماضية تم بناء أكثر من 100,000 منزل يستخدم مواد عازلة فائقة الجودة وسميكة، مع تشييدها بعناية لمنع أى تسرب هوائى، فى كل من الدول الاسكندنافية وأمريكا الشمالية. وكانت هذه المنازل شديدة الإحكام للدرجة أن الدفء المنبعث من الأشخاص، ومن الأضواء، ومن الأجهزة يتحول أيضاً إلى عامل لتدفئة هذه المنازل (64).

ولكن قد ينتج، بدون شك، فى حالة التصميم غير الجيد للمباني محكمة الهواء تراكم المواد الملوثة مثل دخان السجائر، والفطريات، والمركبات العضوية المتطايرة، وغاز الرادون، داخل هذه المباني. ولكن، يعتقد معظم الباحث بأن المباني ذات التصميم الجيد تستطيع أن تتمتع بهواء داخلى نظيف وصحى عن طريق تزويدها بأنظمة للتهوية تعمل طوال السنة. والأهم من ذلك هو القضاء على مصادر الملوثات عن طريق اختيار مواد ذات مركبات عضوية متطايرة منخفضة، مع إحكام غلق حوائط وأرضية السدروم لمنع ارتشاح غاز الرادون من الأرض (65).

إن التقنيات الحديثة قد أحدثت ثورة فى فن صنع النوافذ التى تعد أكثر الأماكن تسريباً فى المباني. وانتشر استخدام العديد من النوافذ متقدمة الصنع

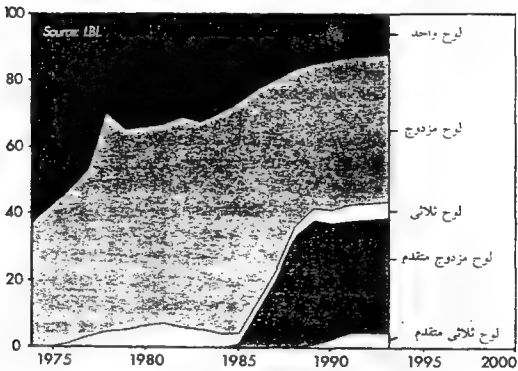
فى أمريكا الشمالية. وجميع هذه النوافذ مصنوع من طبقتين أو ثلاث طبقات من الألواح الزجاجية المنفصلة عن طريق طبقات عازلة من الهواء أو من غاز الأرجون، وتطلى بعض هذه النوافذ بطبقة معدنية رقيقة تسمح بمرور بعض الضوء المرئى، ولكنها تمنع الأشعة فوق الحمراء غير المرئية والأشعة فوق البنفسجية (والتي تنقل الحرارة فقط). وقد ارتفع استخدام سوق المباني السكنية فى الولايات المتحدة لهذا النوع من النوافذ من 1٪ عام 1985 إلى 39٪ عام 1993، حيث حول الكثير من الصناع جميع خطوط الإنتاج إلى هذه التقنيات الجديدة. (انظر شكل 3) (66).

وقد أدى التغير الحالى فى هذا السوق إلى توفير أصحاب المنازل لحوالى 5 بليون دولار أمريكى فى فاتورة التدفئة والتبريد كل عام — وهو رقم مثير ولكنه لا يمثل الكثير فى مبلغ الـ 22 بليون دولار فى الوفرة الإضافى للتكنولوجيا المتاحة. إن هذه النوافذ متقدمة الصنع لا تعزل فقط ستة أضعاف النوافذ العادية بل نظراً لأنها تسمح بمرور ضوء الشمس فإنها تستطيع الاستئثار بطاقة أكبر من الطاقة التى تفقدها. وقد أكد الفائزون فى مسابقة المنازل المتقدمة التى أقيمت فى كندا على أنه حتى فى الأماكن المرتفعة فإن المنازل التى تشمل نوافذ متقدمة بجانب المواد شديدة العزل قد تحقق على الأقل نصف احتياجاتها من التدفئة المنخفضة عن طريق السماح بدخول ضوء الشمس فى فصل الشتاء (67).

وقد طورت أوروبا أسلوباً مماثلاً فى الفعالية ولكنه مختلف بالنسبة لكفاءة

الشكل 3: سوق المباني السكنية لتقنيات الطلاء المختلفة في الولايات المتحدة، 1974 - 1993

نسبة مئوية



الطاقة بالنسبة للمنافذ من أبواب ونوافذ. فعادة تستخدم المكاتب والمنازل في أوروبا نظاماً للمظلات خارج النوافذ. وتعمل بعض هذه المظلات مثل الستائر الفينيسية بينما يمكن بسط أو لف بعضها على ما يشبه الأسطوانة. وتستطيع هذه النظم من المظلات الخارجية حجب الضوء لمنع الحرارة العالية طبقاتاً للاحتياج. كما أنه يمكنها أيضاً عزل الحرارة إذا تم شدّها أثناء الليل البارد

بجانب أنها تعد أيضاً إجراءً أميناً<sup>(68)</sup>.

تستطيع المباني المشيدة فى المناطق ذات المناخ المعتدل الحصول على معظم حاجتها من التدفئة عن طريق أشعة الشمس. ويرجع هذا الأسلوب إلى زمن بعيد قد يصل إلى عصر اليونانيين القدماء، الذين كانوا يلجأون إلى الشمس للحصول على التدفئة عند مواجهتهم لازمة فى الحصول على الخشب للوقود. وكان ذلك يتم عن طريق تشيد معظم مبانيهم مواجهة ناحية الشرق مع وجود فتحات كبيرة تجاه الجنوب. وهذا الأسلوب فى التشيد يمكنه احتواء أكبر قدر من الأشعة الشمسية فى الشتاء — عندما تنخفض الشمس فى السماء — وهو أكثر الفصول احتياجاً لحرارة الشمس. ولكن — أثناء الصيف — حيث ترتفع الشمس فى أعلى السماء، فإنها تحجب الضوء المباشر. وقد اهتمت، بالمثل، الكثير من الشعوب مثل الرومان، والصينيين، واليابانيين وقبائل هنود الاناسازى فى أمريكا الشمالية بموقع الشمس عند تخطيطهم لإقامة مبانيهم<sup>(69)</sup>.

وعلى عكس المفهوم العام، فإن المدن المزدهمة تستطيع استخدام الطاقة الشمسية بأسلوب أكثر فعالية. فيمكن بناء المباني السكنية التى ينقصها الأشعة الشمسية بكثافة تصل من 35 إلى 50 مبنى فى الهكتار الواحد، ولكن فى ضواحي الولايات المتحدة فإن المباني السكنية لا تزيد عن عشرة منازل فى الهكتار الواحد. وقد أثبتت جمهورية فيمار الألمانية — التى تعرضت لنقص

فى السبولة النقدفة فى العشرفففاف من هفا القرن - واصلف إلى بلفون دولار لفعوفضاف الحرب - نجاف هفا الأسلوب عفاما شفداف أصفاء كاملة من المنازل الفف فحصل على الفدففة من الشمس وذلك لفوفر نففاق الفاقة . كما تقوم مافنة برلفن فالفاف بفجرة هفه الفكرة على أفا المشروعاا الفف ففضمف مفعومة من المبافف ذاف السفة طوابق مزوفا بوفااا شمسة مفسفة فجاه الففوف للاسففار بأقصى قفر من أشعة الشمس (70).

وفسفخم أفضاف بعض المعمارفون هفه الأفام ما يعرف باسم الإضاءة الفهارفة والفف فسفخم ضوء الفهار، والردهاا الفسفة وبعض الفففاف الأفرى لفقلل الاففاف إلى الضوء الكهرفى . ولفس بمسفر فف أن فظهر الفراساا أن الضوء الطفسفى هو أفضل أسلوب إضاءة للفعف البشرفة، وأن الوجود بقرب الفوافف فحسن من نفسفة الإنسان . إن اسففام الإضاءة الطفسفة عن طرف ضوء الفهار سواف بالنسبة للمدارس أو المكافب الفف فففظ بالأشفاا عافة فى ففرة الفهار قف أثبف فعالففه فى ففض الفلفة، وفقلل الفلب بشكل ملحوظ على الفاقة الكهرففة . كما أفى - فى نفس الوقت - إلى فحسن كفاءة الإضاءة، وإلى زفاة الفافب الفمالى فى الأبنفة، ورضاا العاملفن ففها . كما أن هناك الكفر من الفففاف الأفر فعقفاً مثل الفوافف ذاف المرافا، أو «أرفف الإضاءة» والفف فمكنها نشر الإضاءة الطفسفة وفواففها داخل الأبنفة (71).

وهناك استراتيجية مناخية أساسية أخرى تماثل الخزانات التي تحتفظ بالمياه من الأمطار الغزيرة للمدن أثناء مواسم الجفاف – وهي استراتيجية التخزين والتي تسمح للمباني باستخدام الموارد الطبيعية بأسلوب أكثر كفاءة. فعلى سبيل المثال، فإن معظم المباني ممكن تشييدها بقنوات تجمع للأمطار في خزانات الحمامات بدلاً من الاستغناء عنها وتصريفها في المصارف المائية الخاصة بالعواصف، وبالتالي تخفيض استهلاك المياه الصالحة للشرب. كما أن المباني أيضاً يمكنها – مثل منزل دافيز – تخزين الحرارة. وهناك الكثير من الشعوب ذات الحضارات القديمة والتي تتمتع بالمناخ الجاف مثل شعب اللاداخى Ladakhi في الهيمالايا، والبيوبلو والتي يطلق عليها الآن اسم نيومكسيكو، يشيدون منازلهم بحوائط ضخمة من الطين اللبن الذي يمتص الحرارة والأشعة الشمسية أثناء النهار – عندما تكون في غاية الشدة – وتعكسها في الهواء أثناء الليل – عندما تقل – مما يجعل المكان ذو حرارة معتدلة طوال اليوم. ويستطيع العاملون في البناء استخدام خزانات للمياه، والقرميد المصنوع من الطفل، أو الكتل الخرسانية التي يمكن أن تؤدي نفس الغرض (72).

إن الأماكن ذات المناخ الأكثر حرارة والسائع في الدول النامية، وفي المباني الضخمة، لا تستخدم الأشعة الشمسية استخداماً جيداً بل تحاول التخلص منها. كما يمكن وقاية الأماكن الداخلية من الشمس عن طريق توجه الأبنية المناسب تجاه الشمس، والأفاريز العميقة والنوافذ الداخلية. كما أن تحرك



الهواء فى غاية الأهمية. إن المنازل التقليدية فى حيدر أباد بباكستان والمشيده فى المناطق العاليه مزوده بتجاوزيف للهواء تجذب الرياح وتسحبها إلى أسفل لتدور خلال كل طابق من المبنى. كما أن المباني التقليدية فى الولايات الجنوبيه من أمريكا تشمل شرفات ضخمة فى مدخل المنازل تصلح مكاناً للجلوس فى ليالى الصيف الطويله ومكاناً للوقاية من الشمس، كما تسمح بمرور نسيمات الهواء الباردة (73).

وتنصح بعض الدراسات الميدانية بزراعة الأشجار حول المباني مما يوفر ظلاً كافياً يخفض من احتياجات التبريد إلى حوالى 30%. كما أن تخفيض الطاقة نتيجة استخدام أسقف الإضاءة الملونة والمواد التى تعكس أشعة الشمس بدلاً من امتصاصها قد يصل إلى 40%. وتعطى المواد العازلة والنوافذ العازلة نفس النتيجة من حيث التخلص من الحرارة والاحتفاظ بها أيضاً. إن خفض تكلفة التبريد فى أحد المباني الجديدة - مثله مثل منزل دافيز - يخفف من فاتورة الطاقة وتكلفة رأس المال لأجهزة التكييف، ويؤدى إلى توفير مادی صافى ومباشر. وبالنسبة للمجتمع ككل فإنها قد تساعد أيضاً على الإدراك مسبقاً بالتكلفة الأساسية لإنشاء مصنع جديد لتوليد الطاقة. وقد اقترحت إحدى الدراسات فى تايلاند، أن العشرة ملايين دولار اللازمة لإنشاء مصنع صغير للنوافذ المتطورة قد يستطيع - خلال الإنتاج فى السنة الأولى فقط - إلى توفير كهرباء كافية، تكفى للقضاء على فكرة بناء مصنع للطاقة يتكلف 1.5 بليون دولار (74).

قد لا يوجد شخص استطاع استخدام التقنيات المتكاملة الخاصة بالمناخ في أشكال المباني بالقرن العشرين مثلما استخدمها المهندس المعماري الماليزي كين يينج Ken Yeang. فعند تصميمه لناطحات السحاب في المناطق الاستوائية الحارة الرطبة بدأ في توجيه تشييد مبانيه بحيث تحصل على أقل حد ممكن من أشعة الشمس وتشتأثر بأقصى قدر من النسائم الرطبة لتساعد على التمتع بتهوية طبيعية. ثم استخدم مظلات تقي من أشعة الشمس المباشرة - مع استخدام النباتات والزرع في الشرفات والأفنية على مساحات أعلى من سطح الأرض. ومع استخدام قنوات هوائية لسحب أكبر قدر من الهواء المنعش داخل المساحات الداخلية للمباني. وكانت أمنية إنتاج إعطاء نموذج بديل للمهندسين المعماريين وخاصة بالنسبة لمن يعملون في الدول النامية، والذين اعتادوا محاكاة المعايير السائدة للأبنية العالية في كل من شيكاغو أو نيويورك (75).

وعموماً، فإن استخدام التصميمات التي تراعى البيئة مع استخدام التكنولوجيا المتاحة في الولايات المتحدة قد يخفض من استخدام الطاقة بمقدار 70٪ في المباني السكنية، ويخفض من الاستخدام الكلي للطاقة بمقدار 60٪ في المباني التجارية، وذلك طبقاً لتقديرات العلماء في المعمل القومي للطاقة المتجددة في مدينة جولدن بولاية كولورادو (76).

ولكن الأمثلة الحالية تشير إلى تحفظات هذه التقديرات. وقد استطاع اثنان

«إن زرع الأشجار حول المباني قد يؤدي إلى خفض الاحتياج إلى وسائل التبريد إلى ما يقرب من 30٪».

65

من الباحثين في المعمل القومي للطاقة المتجددة خفض فاتورة التدفئة بمقدار 97.5 بالمقارنة بجيرانهم وذلك باستخدام التوجيه الشمسي، والتخزين الحراري، والمواد العازلة القوية. وليس بمستغرب أن المراكز الرئيسية لمعهد روكي ماونتن تحصل على تدفئتها عن طريق الشمس، والأشخاص، والأجهزة الموجودة بداخل المبنى، على الرغم من المناخ الجبلي القاسي الذي يسود هذه المنطقة (77).

ومما لاشك فيه أن التوفير المتوقع للطاقة في باقى أنحاء العالم يعادل إلى حد كبير تقديرات المعمل القومي للطاقة المتجددة بالولايات المتحدة. وطالما أن المباني تستخدم أثناء تشييدها ثلث الطاقة في العالم، وتبلغ تكلفتها حوالى 400 بليون دولار سنوياً، فإن تخفيض هذا الاستخدام إلى النصف أو أكثر عن طريق التصميمات المناسبة للمناخ قد يقلل من نسبة التلوث الناتج عن استخدام الطاقة في العالم إلى السدس، بجانب توفير ما يقرب من 200 بليون دولار سنوياً. ومما يزيد من غرابة هذا الأمر السهولة التقنية لتحقيق ذلك لأن ذلك قد يتم فقط عن طريق تحريك النوافذ وإضافة مواد عازلة جديدة أو وسائل للتهوية (78).

وكما قال ونستون تشرشل: «نحن نحدد أنماط مبانينا، ولكنها فيما بعد هي التى تحدد أنماط حياتنا». إن أحد فوائد تشيد المباني المناسبة للمناخ هي الطريقة التى تجعلنا نعتمد على الطبيعة مرة أخرى. إن المباني المناسبة للمناخ قد تساعد على خلق أشخاص مناسبين للمناخ (79).

وقد صمم ويليام مكدونوف William McDonough عميد مدرسة العمارة بجامعة فيرجينيا بمدينة تشارلوتسفيل، مركزاً للرعاية يوضح هذه النقطة. فالضوء الطبيعي في النهار يستطيع أن يمتد على طول المبنى، مما يساعد على تزويده بمعظم ما يحتاجه من حرارة وضوء، ويسمح للأطفال بمتابعة الشمس وهي تتحرك عبر السماء كل يوم. وإذا ما ازدادت الحرارة داخل المبنى أو جاء موعد النوم في القيلولة، فإن الأطفال أنفسهم يستطيعون جذب «المصراع» على النوافذ، وبالتالي، «وضع المبنى في حالة نوم». وعلى هذا الأساس فإن تصميم المبنى يعد في المقام الأول وسيلة تعليمية، فهي تعلم الصغار تقدير ما نسيه معظم المصممين: وهو العلاقة بين بيئة البناء والبيئة الطبيعية (80).

### استخدام الآلات في المعيشة

لخص لي كوربوسيه الرؤية التقليدية للمباني في القرن العشرين في ما أطلق عليه «المنزل كآلة للمعيشة». فالأسلاك والمواسير وشبكة الأنابيب تمتد خلال الحوائط والأرضيات في المباني الحديثة لتشغيل الأجهزة ومدها بالطاقة، والماء، والهواء، والتخلص من القمامة والمخلفات. ومهما أدت هذه الأساليب إلى خسائر بيئية، فإن التخلص من هذه الميكنة التي تؤدي إلى الشعور بالرفاهية قد يقلل من الدور الوظيفي للمباني. إذن فالتحدى هو رفع كفاءة هذه الميكنة بقدر المستطاع (81).

ولسوء الحظ، فإن التعقيدات الداخلية الخفية في الميكنة قد تؤدي إلى مخلفات. ونظراً لأن النظام الآلى من الصعب رؤيته وفهمه، فكثيراً ما تحدث أعطال في هذه الآلات يصعب إصلاحها. فعلى سبيل المثال، فإن معظم المنازل الجديدة في الولايات المتحدة تفقد ما يقرب من 30٪ من الطاقة المستخدمة في التدفئة والتبريد نتيجة تسرب الطاقة غير المرئي عبر الأنابيب غير المحكمة أو غير العازلة. كما ازدادت وشاعت الشكوى في المباني التجارية للأعطال غير الملحوظة والتي أدت إلى زيادة أرقام فواتير الطاقة. ولذلك فإن التحدى الأول لجعل النظم في المباني الحديثة أكثر كفاءة هو جعلها سهلة الاستخدام والصيانة والتركيب والإصلاح<sup>(82)</sup>.

وبالإضافة إلى ذلك فإن التقنيات جيدة التصميم قد تزيد بشكل ملحوظ كفاءة المبنى. وليس أبلغ دليل على ذلك من تاريخ استخدام الإضاءة. فاللمبات ذات الضوء المتوهج تزيد بنسبة 10 إلى 1 في كفاءتها عن اللمبات التي تعمل بالزيت، بجانب أنها تعطي ضوءاً مماثلاً في جودته. ونتيجة لذلك زادت مبيعات اللمبات الفلورستية زيادة مذهلة في السنوات الأخيرة وانتزعت 15٪ من سوق مبيعات اللمبات ذات الضوء المتوهج. وفي اليابان حيث يتكلف كيلووات / ساعة من الكهرباء 13 سنتاً، فإن متوسط صافي توفير بالنسبة لللمبة الواحدة يصل إلى 55 دولاراً. ولذلك فليس من المستغرب أن اللمبات الفلورستية تمثل 80٪ من الإضاءة المثبتة في المنازل. كما ازدادت كفاءة اللمبات الفلورستية الموضوعة على حوامل، وأصبحت أكثر راحة للأعين.

ويرجع الفضل فى ذلك إلى الصابورات الإلكترونية، والتشبيطات المكسوة بعاكس للضوء، والمفاتيح الكهربائية التى تشعر أوتوماتيكياً بمغادرة الشخص للحجرة. كما أن «إضاءة مكان العمل» مثل اللمبات البسيطة التى توضع على المكاتب يمكنها، أيضاً، تقليل استخدام الطاقة، حيث توضع الإضاءة فقط فى المكان الذى يحتاجه الشخص (83).

وفوق ذلك، فإن الأجهزة المنزلية والأدوات الثابتة مثل الأفران، والحمامات، وأجهزة التكييف، قد ازدادت كفاءتها فى السنين الأخيرة. فاستخدام الكهرباء، على سبيل المثال، فى الثلاجات فى الولايات المتحدة قد انخفض بنسبة 60% بين عامى 1972 و 1993، وذلك بفضل المواد العازلة الأفضل، والمحركات الكهربائية التى تعمل بكفاءة أكبر، بجانب بعض التحسينات البسيطة الأخرى. فقد تم صنع موديل حديث فى عام 1994 يستخدم كهرباء أقل بنسبة 30% ويدون الكلوروفلوروكاربون الذى يؤدى إلى استنفاد طبقة الأوزون. كما أن المراحيض والأدشاش الجديدة تستطيع خفض كمية الماء المستخدمة إلى النصف. وقد تودى التقنيات المحتمل ظهورها من المعامل خلال العشر سنوات القادمة إلى خفض استخدام الطاقة والمياه فى الأجهزة فى الولايات المتحدة إلى ما يقرب من 25%. (انظر جدول 3). وبالإضافة إلى ذلك فإن المبانى المتضمنة لأجهزة التكييف، فإن أى مكسب فى كفاءة الطاقة يعنى ربحاً إضافياً، طالما أنه كلما قل استخدام الأجهزة والآلات للطاقة، كلما انخفض توليد الحرارة، مما يؤدى إلى توفير كل من الطاقة

جدول 3: استخدام الموارد في الأجهزة الحديثة والأصلية في الولايات المتحدة في أوائل التسعينيات، بالمقارنة بمتوسط الأجهزة المباعة في عام 1985

التقنية	أوائل التسعينيات	أفضل المبيعات في أوائل التسعينيات	النماذج الأصلية
(التخفيض بالنسبة المئوية <sup>(1)</sup> )			
كهرباء			
ثلاجات	18	35	55 - 82
أجهزة تكييف مركزية	5	45	52 - 59
سخانات المياه	6	66	71 - 77
غاز الوقود			
الأفران	8	23	23
سخانات المياه	8	20	36
مواقد الطبخ	20	40	60
الماء			
المراحيض	54	100 <sup>(2)</sup>	100 <sup>(2)</sup>
الدش	38	50	63

(1) يشير إلى التخفيض في استخدام المورد بالمقارنة بمتوسط الأجهزة المعروضة للبيع عام 1985 (2) لا تستخدم المياه في التخلص من أو حرق مخلفات المراحيض.

المصدر: Howard S. Geller, "Energy-Efficient Appliances: Performance Issues and Policy Options," IEEE Technology and Society Magazine, March 1986; Mark D. Levine et al., "Electricity End-Use Efficiency: Experience with Technologies, Markets, and Policies Throughout the World," American Council for an Energy-Efficient Economy (ACEEE), Washington, D.C., 1992; John Morrill, ACEEE, Washington, D.C., private communication, May 21, 1993; Steven Nadel et al., "Emerging Technologies in the Residential & Commercial Sectors," ACEEE, Washington, D.C., 1993; Amy Vickers, "Water-Use Efficiency Standards for Plumbing Fixtures: Benefits of National Legislation," Journal of the American Water Works Association, May 1990; Amy Vickers, Amy Vickers & Associates, Boston, Mass., private communication, September 6, 1994.

وتكاليف رأس المال الخاصة بأجهزة التبريد (84).

وقد استخدمت حديثاً شركة KBI، وهي شركة كبيرة - غير مستهدفة للربح - للمنازل في الدنمارك، بعض التحسينات المماثلة لتطوير المباني السكنية في أحد الأحياء. فبجانب إضافة طابق آخر أعلى كل مبنى يتكون من ثلاثة طوابق، زودت جميع الشقق بأجهزة حديثة فعالة، بحيث أن إجمالي استخدام الطاقة والماء ظل كما هو بدون زيادة (إن زيادة 33٪ من مساحة الأرضية يتبعه أيضاً استخدام أقل من المواد التي تستخدم في المباني الحديثة، كما أن التكلفة تقل إلى ثلثي التكلفة للمتر المربع) (85).

وتستطيع المباني أثناء استخدام الطاقة والماء بأسلوب أكثر كفاءة، توصيل أجهزة وإمدادات متجددة في الموقع نفسه. فسخانات المياه الشمسية توفر طريقة بسيطة للحصول على ماء دافئ في موقع البناء بدون حرق وقود حفري أو انشطار للذرة. وقد أصبح هذا الأسلوب شائعاً في ولاية كاليفورنيا، وولاية فلوريدا، وأستراليا في أواخر هذا القرن قبل انخفاض سعر الوقود الحفري، وبعد الحرب العالمية الثانية، وبعد حظر البترول العربي عام 1973. وهناك ما يزيد عن 900,000 وحدة شمسية في إسرائيل لتدفئة 83٪ من المياه المنزلية. كما وصلت الوحدات الشمسية - في اليابان - إلى 4.5 مليون وحدة حتى عام 1992. كما أن سكان جابوروني عاصمة بوتسوانا زودوا مساكنهم بما يزيد عن 3000 سخان شمسي للمياه، حلت محل



«هناك ما يزيد عن 900,000 وحدة شمسية  
فى إسرائيل لتدفئة 83٪ من المياه المنزلية».

ما يقرب من 15٪ من احتياجات الكهرباء فى المساكن. كما تستخدم  
كولومبيا حوالى 30,000 وحدة، وكينيا 17,000 وحدة، وهولندا 10,000  
وحدة (86).

71

وتستطيع المباني توفير كهربتها بدون إنتاج غاز ثانى أكسيد الكربون أو أى  
مخلفات نووية. فالخلايا الشمسية الكهروضوئية تنتج الكهرباء مباشرة من  
ضوء الشمس بدون أجزاء متحركة. ومع استخدام التطورات التكنولوجية،  
بجانب استخدام الأساليب الفنية للإنتاج بالجملة، انخفضت تكلفة  
الكهرباء الناتجة من الخلايا الشمسية بنسبة تصل إلى أكثر من 90٪ منذ عام  
1980 (87).

ومع استمرار انخفاض أسعار الخلية الشمسية فإن دمجها مباشرة فى واجهة أو  
سقف المبنى بدلاً من لصق ألواح شمسية منفصلة، أصبح من الممكن  
تعميمه فى القريب العاجل. وقد استطاعت، فلاخجلالاس Flachglas، وهى  
إحدى الشركات الألمانية الضخمة فى صناعة الزجاج، دمج الخلايا الشمسية  
فى النوافذ الزجاجية نصف الشفافة التى تمتد المكان بالضوء المرشح أثناء  
توليدها للكهرباء، مع تركيب عدة شبكات متسامة متصلة تقليدية فى المباني  
التجارية فى سبع مدن ألمانية. وفى نفس الوقت تجرى بعض الشركات فى  
اليابان، وسويسرا، والولايات المتحدة تجارب على أنواع جديدة من الخلايا  
الشمسية تعمل أيضاً كألواح أو قرميد لتغطية الأسقف. وفى ألمانيا الغربية،  
تستطيع الأسطح العلوية الكهروضوئية فوق المباني الموجودة حالياً توليد ما

يقرب من 25٪ من الكهرباء الإقليمية. وحتى بالنسبة للمملكة المتحدة الملبدة بالغيوم فإن إمكانية إعادة كسو واجهات المباني بالخلايا الشمسية يقدر بنصف مقدار الكهرباء على مستوى الدولة بأكملها (88).

وتحقيقاً لحلم مؤيدى التصميم المتكامل، فقد دفع المهندسون المعماريون الحدود التكنولوجية للجودة والكفاءة بحيث تم ربط أجزاء الآلات والأجهزة فى المباني بعد أن كانت مفككة ومنفصلة. وعلى سبيل المثال، فإن المباني تستطيع توفير المياه، بعد إعادة تدوير «المياه رمادية اللون» والمعالجة من الأحواض والحمامات، واستخدامها فى المراحيض - وهو أسلوب زاد استخدامه فى الأقاليم التى تشج فيها المياه.

وتعطى المنازل محكمة الهواء مثالا آخر للكفاءة عن طريق الوصلات الداخلية. وهم يعتمدون عادة على أجهزة التهوية الآلية للمحافظة على نقاء الهواء داخل المبنى. ولكن المشكلة التى تتعلق بهذه الأجهزة هى أن الهواء الداخلى فى فصل الشتاء أكثر برودة من الهواء الخارج، مما يؤدى إلى فقد جزء من الحرارة (والعكس فى فصل الصيف). وهناك بعض المصممين الذين يتجنبون ذلك عن طريق إضافة أجزاء لاستبدال الحرارة إلى أجهزة التهوية والتى تعمل على استخراج الدفء من مجرى هوائى وتحريكه إلى مجرى هوائى آخر. وباستخدام هذا الأسلوب فإن المشروعات الفائزة فى مسابقة «المنازل المتقدمة بكندا» تحتاج إلى القليل من التدفئة الصناعية، حتى

أن وجود سخان أصبح مجرد إضافة صغيرة لجهاز التهوية (89).

ومما لاشك فيه فإن زيادة المباني التي انخفضت فيها نسبة الإلتاف البيئي قد اعتمدت على التصميم المتكامل والأجهزة المتقدمة والمتطورة. وفي يوم ما، وعلى سبيل المثال، قد تستطيع العديد من المباني «المشاركة في توليد» كهربتها الخاصة، وحرق الغاز الطبيعي أو تجديد توليد الهيدروجين، بحيث يمكن استخدام الحرارة الناتجة من المخلفات في الموقع بدلاً من التخلص منها في الهواء أو الماء عن طريق مصنع كبير للطاقة يبعد كثيراً عن موقع البناء. ومثل هذا المولد الذي يوضع في أسفل المبنى قد يتكون من محرك صغير أو جهاز يعمل ببطارية ذات كفاءة عالية ويسمى خلية الوقود. وفي إمكان جهاز واحد تزويد المبنى بالتدفئة والماء الدافئ بجانب الطاقة للإضاءة وتشغيل الأجهزة والتهوية ووسائل التبريد (90).

## أفضل للمعيشة، أفضل للعمل

إن التوفير في فواتير استخدام المنافع هي دائماً النتيجة العملية لتشييد المباني التي تعتمد اعتماداً كبيراً على الموارد. وبالرغم من أهمية هذا التوفير، إلا أن هناك اعتقاد متزايد في صناعة البناء بأن الفوائد الكاملة للتصميم البيئي أعظم بكثير. فالتصميم البيئي يمكن أن يزيد من قيمة الجودة التي يجب أن تكون عليها المباني، بحيث لا تصبح أسهل في اقتنائها فقط ولكنها أيضاً مريحة

ومبهجة وذات مواصفات صحية - تزيد من الإنتاجية عند العمل فيها، ومرغوبة للحياة داخلها. وإذا ترجمت هذه المفاهيم إلى قيمة دولارية فإن الزيادة فقط في إنتاجية العامل أو الزيادة في قيمة المنزل قد تزيد بكثير عن التوفير في فواتير استخدام المنافع. (انظر الجدول 4).

ومن الواضح أن المطورين للمباني السكنية قد تفهموا هذه الحقيقة أسرع من العاملين في مجال التجارة. وبعد تشييد منزل دافيز بوقت قليل تم بناء مشروع رائد في أواخر السبعينيات من هذا القرن أطلق عليه اسم منازل القرية Village Homes. وقد فضل مايكل كوربت Michael Corbett الذي أنشأ هذا المشروع تضييق الشوارع لحث الناس على المشي أو ركوب الدراجات بدلاً من قيادة السيارات، وجعلها تمتد من الشرق إلى الغرب حتى يمكنه تشييد المنازل في اتجاه الشمس التي تمدّها بأكبر قدر من التدفئة للمياه وأيضاً للمكان. وقد كانت قطع الأرض المحددة صغيرة الحجم، والمنازل متجمعة حول مساحات من الأرض المشاع. والأشجار ترمى بظلالها على الشوارع والمنازل أثناء فصل الصيف. وقد أعطى هذا التصميم لقاطني هذه المنازل إحساساً بالاتصال بالطبيعة والود مع الجيران مما أدى إلى ارتفاع قيمة المنزل 12٪ أعلى من مثيله في الأماكن القريبة (91).

وقد بدأت حديثاً محاولات لتقليد «منازل القرية Village Homes». ففي أواخر عام 1993، على سبيل المثال، بدأ كل من نيك مارتن Nick Martin

#### جدول 4: فوائد التصميم البيئي، أمثلة مختارة

مبنى تم تشييده خلال عام	الإجراءات التي اتخذت والتكلفة	الناتج (المكاسب السنوية)
مبنى رينو للبريد، رينو، نيفادا، 1986	تعليق درجة الإضاءة، وخفض ارتفاع الأسقف لتحسين كفاءة الإضاءة وجودتها بتكلفة تقدر بـ 300,000 دولار	50,000 دولار من الطاقة والصيانة؛ 500,000 مسن الإنتاجية
محطة بنسلفانيا للطاقة والإضاءة، بيتسبورغ، بنسلفانيا، أوائل الثمانينيات	تعليق درجة الإضاءة وإعادة توجيه أماكن الإضاءة الثابتة في مكاتب رسم المهندسين بتكلفة تقدر بـ 8,362 دولار	انخفاض بنسبة 75٪ في الطاقة والصيانة؛ زيادة في الإنتاجية بمقدار 42,240 دولاراً (13٪)
بنك هولندا الدولي، استردام، 1987	استخدم المبنى الجديد تصميماً فعالاً في الإضاءة، والتدفئة، والتخفيف من أجهزة التكييف، والنوافذ سهلة الاستخدام، والتخزين الحراري، ونظام المشاركة في توليد الطاقة، وتجنب المواد السامة، بتكلفة إضافية تقدر بـ 700,000 دولار	
المنازل الريفية، دافيز، كاليفورنيا 1981 - 1975	220 منزلاً مقسمة ومصممة للحصول على - 50 76٪ من الحرارة عن طريق الشمس، حوافز لوسائل النقل غير الآلية، المصرف الطبيعي، المنازل تطل على مناظر طبيعية	12٪ أعلى من قيمة المنزل المتوسط
مبنى لوكهيد، 157 ستيفيل، كاليفورنيا، 1983	استخدم المبنى الجديد ضوء النهار الطبيعي، والإضاءة الفعالة، والحجرات المفتوحة لتشجيع التفاعل والتواصل بين العاملين، بتكلفة إضافية تقدر بـ 2 مليون دولار.	500,000 دولار من الطاقة، 2 مليون دولار (15٪) انخفاض في نسبة التفتيش، 15٪ زيادة في الإنتاجية.
اسبرنزا دول سول، دالاس، تكساس، 1994	مباني سكنية جديدة لمحدودي الدخل، منازل ذات طاقة فعالة واستخدمات شمسية بتكلفة 13 دولار تضاف سنوياً إلى أقساط رهن العقار.	450 دولاراً من الطاقة

المصدر: Joseph J. Romm, *Lean and Clean Management: How to Boost Profits and Productivity by Reducing Pollution* (New York: Kodansha International, 1994); Kim Hamilton, "Village Homes," In Context, Late Spring 1993; Cynthia Martin, Coldwell Banker/Doug Arnold Real Estate, Davis, Calif., private communication, February 7, 1995; Burke Miller Thayer, "Esperanza del Sol: Sustainable, Affordable Housing," Solar Today, May/June 1994.

فى نوتنجهام بانجلترا، وچون كلارك فى فريدريكسبيرج بولاية فيرجينيا التخطيط لمبانى تتناسب مع البيشة، وقبل البدء فى الحفر تالت عليهم قوائم انتظار طويلة ممن يرغبون فى الشراء (92).

وهناك مشروع فى مدينة دالاس لمنازل لمحدودى الدخل يسمى اسبرانزا ديل سول Esperanza del Sol يستخدم الطاقة بكفاءة عالية حتى تصبح فى متناول الجميع. وهذه المباني، مثل منزل دافيز، تحتوى على خشب أقل ومواد عازلة أكثر فى الحوائط، مع تركيب نوافذ عازلة كبيرة تجاه الجنوب، وحوائط محكمة، بجانب بعض المواصفات الأخرى لتقليل استخدام الطاقة فى التبريد بنسبة 30% وفى التدفئة بنسبة 60%. ونظراً لأن المنازل تحتاج إلى أجهزة تكييف وأنابيب صغيرة لمرور الهواء، فإن صافى التكلفة الإضافية يصل إلى 150 دولار فقط لكل منزل، وإلى زيادة تصل إلى 13 دولاراً سنوياً على أقساط رهن العقار. وتنبأ المصممة المعمارية باربرا هاروود بمشروعات BBH بمدينة كارولتون بولاية تكساس بانخفاض فى فواتير الطاقة قد يصل إلى 450 دولاراً فى السنة. وقد أضفى استخدام ضوء النهار والتهوية عالية الكفاءة جمالاً وراحة يفتقدها الكثير من المباني التى يزيد سعرها إلى الضعف (93).

ركز الباحثون بالجامعة الكاثوليكية بمدينة سنتياجو بشيلي على فكرة التصميمات المرنّة التى يمكن أن تسمح بتشيد منازل صالحة للعائلات

محدودة الدخل. وقد استخدموا فى هذا النظام ثلاثة عناصر رئيسية يمكن أن يضمها القائمون بالبناء فى العديد من خطط التشييد. فالأعمدة حاملة الثقل على شكل T أو L تشكل أركان الحجرات وتتصل ببعضها البعض عن طريق ألواح حائطية خفيفة. وهذه القطع سهلة الاستخدام فى البناء ورخيصة التكلفة لإمكانية إنتاجها بكميات ضخمة، كما أنها شديدة التحمل لأنها مصنوعة من الأسمنت. وطالما أنه من السهل هدم هذه الحوائط فقد أصبح فى استطاعة الأسر إضافة حجرات جديدة وزيادة مساحة المنزل مع مرور الوقت وتنمية شخصية الفرد (94).

وربما من أكثر الأمثلة طموحاً فى تصميم منزل يراعى النواحي البيئية هو مشروع إيكولونيا Ecolonia الإسكانى الذى بدأته الحكومة فى هولندا. فقد تم فى عام 1992 بناء 101 منزل لتلبية المتطلبات الصارمة فى اختيار المواد، وكفاءة الطاقة، وجودة الهواء داخل المبنى، مع اتخاذ إجراءات إضافية فى كل ناحية من هذه النواحي. فبعضها يحتفظ بمياه الأمطار لملء خزانات المراحيض، وبعضها استخدم الطبقة العليا من التربة التى تحتوى على العشب والجذور فى تغطية أسقف المنازل. كما استخدم الأسمنت المعاد تدويره وسخانات المياه الشمسية، والنظم المتكاملة للتدفئة والتهوية. وقد راعى المهندس المعماري فى كل وحدة نوعية الطلاء والمواد المستخدمة لتجنب التلوث داخل المبنى (95).

ونظراً لأن منازل إيكولونيا كانت نوعاً تجريبياً رائداً فقد زادت تكلفتها بنسبة 10٪، ولكن المشتريين، على أية حال، سارعوا في شرائها، ومن الواضح أنهم سعداء بهذا الاختيار. وبالنسبة للكثير من الأشخاص فإن الفوائد الإضافية التي حصلوا عليها قد فاقت بكثير التكلفة الزائدة. ومع انتشار هذا الفكر الجديد في التشييد في هولندا فقد انخفضت أقساط التأمين إلى 5٪. وقد صرح أحد المعمارين الذين يعملون في المشروع: «إننى أعتقد أنه خلال العشر سنوات القادمة سيصبح هذا الأسلوب هو النوع العادى فى البناء فى هولندا» (96).

وقد يحدث مثل هذا التغيير بصورة أسرع فى السويد حيث يوجد أحد أكبر ثلاثة من العاملين فى صناعة المنازل وهو جون ماتسون، الذى صرح عام 1994 بأنه من الآن فصاعداً لن يشيد سوى المباني الصحية عالية الكفاءة. وقد قام عدد من صغار العاملين فى البناء بتشيد ما يقرب من 300 منزل فى العشر سنوات الأخيرة. وبالرغم من أن المنازل التى شيدت أولاً زادت تكلفتها زيادة طفيفة عن المنازل التقليدية، إلا أن هذه الفروق قد اختفت الآن — حتى قبل طرح مبلغ 1,600 دولار المعتاد الذى يتم توفيره سنوياً من الطاقة (97).

إن الفوائد التى تعود إلى الأسر من المنازل المناسبة للبيئة، تعود بنفس القدر على العاملين فى مكاتب تراعى البيئة المحيطة بها. ونظراً لأن المباني الجيدة



تحتاج إلى قدر أقل من الميكنة في التدفئة والتبريد وأنابيب أصغر للهواء، فإن المصممين يستطيعون تقليل المساحة الخفية بين الطوابق. وبالنسبة للمباني العالية فإنها توفر علواً كافياً لإضافة طابق واحد لكل أربعة طوابق، مما يعطى المصمم 25٪ مساحة إضافية للتأجير أو للبيع في مقابل بعض النفقات الضئيلة، وبالتالي يحقق المشروع ربح أكبر<sup>(98)</sup>.

وقد تصبح هذه الفوائد العظيمة حقاً مكتسباً لسكانى العقار وليس لمصمميهِ. وقد أضفت المواصفات الجديدة مثل الضوء الطبيعي، والهواء الطلق، والأضواء التي يمكن ضبطها تبعاً لرغبة مستخدميها، جواً من البهجة وأعطت للعاملين فرصة أكبر للتحكم في البيئة المحيطة لهم. وكنتيجة طبيعية لرضا العاملين، قلت نسبة تغيبهم وزادت إنتاجيتهم. وترتفع المرتبات في المكاتب التقليدية بالولايات المتحدة ارتفاعاً ملحوظاً، حتى إذا زادت الإنتاجية بنسبة 2٪ فقط، فهي تساوى أكثر للشركة من مجرد تجاهل فواتير استخدام المنافع<sup>(99)</sup>.

وقد أثبت فحص حديث أجراه جوزيف روم من إدارة الطاقة الأمريكية وويليام براوننج من معهد روكي ماونتن، لثمانى مباني، زيادة معدل الإنتاجية للعاملين في هذه المباني بنسبة تتراوح بين 16 - 6 في المائة. وعلى سبيل المثال فإن انخفاض نسبة الغياب في المراكز الرئيسية الجديدة لأحد البنوك أدى إلى توفير مليون دولار سنوياً تضاف فعلياً إلى قيمة التوفير في الطاقة — وهو نمط ساد باقى المباني الجديدة. وقد أدى استخدام ضوء النهار، وأزرار

الإضاءة التي تضعف من التيار الكهربى تدريجياً، وبعض الميزات الأخرى - عام 1983 فى أحد أبنية شركة لوكهيد بسانيفيل بولاية كاليفورنيا إلى خفض فواتير الكهرباء بمقدار 500,000 دولار سنوياً، والتي تغطى التكلفة الإضافية التى تبلغ 2 مليون دولار فى أربع سنوات. وبالإضافة إلى ذلك قفزت إنتاجية العاملين بنسبة 15٪، وهو ربح يقدر بما لا يقل عن 2 مليون دولار إضافى أو أكثر كل عام (100).

إن النجاح المثير لمثل هذه التطورات فى المباني السكنية والمكتبية أوضح أن فى إمكانية التصميم البيئى إعطاء مساحة لمنشئى العقارات لتنافس لا حد له فى مجال التشييد والبناء. وبمجرد اتباع عدد كاف من المبتكرين لأسلوب التصميم التكاملى سيشعل شرارة التحول اللازمة لصناعة البناء والتي ستساعد على الحفاظ على هذا الأسلوب الذى يؤكد على ضرورة التفكير فى جميع جوانب عملية البناء والتي قد تؤدى إلى فوائد غير متوقعة. وقد علق مايكل كوربيت مبتكر مشروع «منازل القرية» مرة على أحد أعماله قائلاً: «قد تعرف أنك ماضياً فى الطريق السليم عندما تجد أن حلاً لأحد المشكلات قد أدى بالصدفة إلى إيجاد حلول أخرى لمشكلات أخرى» (101).

### التصميم المعماري لمباني أفضل

بدأت صناعة البناء، فى أنحاء العالم، فى إدراك التأثيرات السريعة لمنتجاتها، واكتشاف علاج فعال ومناخ للتأثيرات الفعالة للتكلفة. وقد بدأ، بالفعل،

أحد المصممين الرواد فى استخدام وتسويق هذه البدائل، مما يُعد علامة مشجعة على التغير.

81

وبالرغم من التغييرات السريعة التى طرأت على صناعة البناء، إلا أنه مازال الطريق طويلاً. وقد ازدادت المشكلات التى تسهم فيها هذه الصناعة سوءاً وبمعدلات سريعة وتباينت من مخاطر تغير المناخ، إلى تدمير مختلف الأنواع من الحيوانات والنباتات وساكنى هذا الكوكب. وتستطيع المؤسسات الكبرى مثل الحكومات، والعاملين فى مجال التربية، ومقدمى القروض الذين يعتمد عليهم سمسارة البناء للحصول على رأس المال – عند إدراكها لضخامة هذه المشكلات أن تلعب دوراً حيوياً فى حلها. ويجب عليهم عند وضع استراتيجية عملية ربط العديد من الترتيبات التى تشمل التشديد على قواعد ومعايير البناء، واتخاذ الخطوات العملية لتعليم المهنيين والجمهور، وخلق حوافز مادية تقدم للبناء الجيد.

وقد قامت الكثير من الحكومات بدور فعال فى قطاع البناء من خلال وضع قواعد تتضمن مقاومة المباني للزلازل والنيران. وفى مدينة كوب باليابان، أدى تنقيح القوانين فى عام 1971 وعام 1981 إلى عدم ارتفاع الوفيات من زلزال عام 1995 أكثر من 5,000 قتيلاً، حيث انهارت أعداد قليلة فقط من المباني الحديثة. وقد ظهرت أيضاً فى الأعوام العشرين الماضية قواعد جديدة فى استخدام المياه والطاقة، ومعايير للأجهزة التى حددت، على سبيل

المثال، أدنى مستويات العزل وأقصى معدلات استخدام المياه. وقد طبقت ولاية كاليفورنيا عام 1978 قانوناً جديداً للطاقة أدى إلى توفير 11.4 بليون دولار في نفقات الطاقة حتى عام 1995، ومن المتوقع توفير 43 مليون دولار أيضاً مع حلول عام 2011. وقد امتدت قواعد البناء في بعض البلدان لحماية جودة الهواء داخل المباني. وقد وضع الاتحاد الأوروبي معايير مماثلة، كما أصدرت حكومة الولايات المتحدة بعض القوانين والتنظيمات المبدئية عام 1994 (102).

إن وضع القواعد والمعايير من الأمور الحيوية في الدول النامية وخاصة بعد أن قفزت معدلات استخدام الطاقة والمياه. وقد اتبعت المكسيك، في عام 1989، سياسة صارمة في استخدام المياه عند تركيب الأنابيب الجديدة، وذلك ضمن برنامج لتقليل نسبة استخدام الفرد للمياه إلى السدس. وفي عام 1994 عندما واجهت تايلاند تزايداً واضحاً وسريعاً في استهلاك الكهرباء، أصدرت قانوناً لاستخدام الطاقة يماثل ما أصدرته الولايات المتحدة (103).

قد يكون من الصعب فرض القوانين، وخاصة في الدول النامية التي تتصف بالحكومات الضعيفة. ومنذ عام 1986، على سبيل المثال، احتاجت الصين إلى شقق جديدة عالية الكفاءة بنسبة 30٪، وفي عام 1993 رفعت الحكومة مستوى هذه الكفاءة إلى 50٪. ولكن العاملين في هذا المجال، والحكومات المحلية أيضاً تجاهلت هذا القانون. وحتى بالنسبة للدول الغنية فإن هذه

القوانين قد يتم تجاهلها أحياناً مثلما حدث في ديد كاونتى بولاية فلوريدا حيث أطاح بها إعصار اندرو (104).

83

وبالرغم من أهمية وضع القواعد والمعايير والقوانين إلا أنه نادراً ما تساعد على توعية المستهلكين أو تشجيع العاملين في مجال البناء للمخلق والابتكار بعيداً عن القواعد الثابتة، ولكنها شديدة الأهمية لتطوير سوق رائجة للبناء المرتبط بالبيئة على المدى الطويل. وكما يقول المعماري راندولف كروكستون بمدينة نيويورك فإن أى مصمم معمارى يزعم بفخر بأن مبنى ما «يطبق جميع القواعد والمعايير» إنما يعترف بالفعل: «بأننى إذا شيدت هذا المبنى بصورة أردأ من ذلك فإن ذلك سيعيد ضد القانون» (105).

من أهم الخطوات الأولى تجاه تغيير جذرى في صناعة البناء هي تغيير القيم التي تمثلها كثقافة ما، والعملية التي تقوم بنقل هذه القيم وبالأخص عملية التعليم. ويحتاج الطلبة في مجال العمارة والهندسة، بالأخص، إلى تعلم الاهتمام بكيفية إدارة هذه المباني بعد تشييدها، وليس مجرد منظرها على منضدة الرسم. إن تقييم المباني بعد شغلها – والتي نادراً ما تحدث في هذه الأيام – يجب أن تصبح عملية روتينية، حتى يمكن للمصمم الحصول على تغذية استرجاعية من مستخدمى المبنى ومن المديرين، عن كيفية تأثير هذه المباني على الناس، ومدى الرضا الذى يتمتعون به عند وجودهم داخلها. وبالإضافة إلى ذلك، فإن المدارس المتخصصة تحتاج إلى تعليم الطلبة

عمليات التصميم التكاملى المنظم داخليا (106).

يجب أن تعمل الحكومة والشركات العاملة فى هذه الصناعة على توعية وتعليم المتخصصين فى هذا المجال. إن نجاح قانون الممارسة البيئى لعام 1994 والذي صدر فى المملكة المتحدة، قد شجع على وجود الكثير من المؤيدين فى العديد من الدول. وفى عام 1991 بدأ المعهد الأمريكى للمعماريين فى نشر «دليل الموارد البيئية Environmental Resource Guide»، لتغطية موضوعات الطاقة، واستخدام الأرض، والتقييمات التفصيلية لتأثير العديد من المواد، والذي يعد المتخصصين بموضوعات مفيدة وقيمة (107).

كما يحتاج الأمر أيضاً إلى مجهودات كثيرة لتعليم الجماهير لدفع اهتمامات المستهلك تجاه الأساليب والتقنيات البيئية والإسراع بنشر وتسويق هذه الاهتمامات تجارياً. وقد يكون لبعض المشروعات الكبرى مثل مشروع إيكولونيا والمراكز الرئيسية لبنك هولندا الدولى، تأثيرات مماثلة للتنافس بين المصممين، ولكن بتكلفة أقل نسبياً. وطبقاً لبعض المسوح القومية فإن مبنى البنك الهولندى الدولى يعد الآن من أشهر المباني فى هولندا (108).

وقد بدأت بعض الدول فى تطبيق مشروعات مماثلة. وقد أعلن الرئيس بيل كلينتون فى «يوم الأرض» 1993، «تخضير البيت الأبيض». ومع أواخر عام

«بدأت الحكومة التايلاندية فى تشييد مبنى  
مكتبى سوف يستخدم طاقة أقل بنسبة 80٪  
من المباني الأخرى».

85

1994 اتخذ حوالى 50 إجراء يشمل الإضاءة وتطوير تركيبات المياه، بجانب خطوات إضافية للتخطيط للعشرين سنة القادمة. إن القيمة الحقيقية لمثل هذا المشروع – والتي يراها 1.5 مليون زائر سنوياً – هى أعظم بكثير من توفير المباشر. وتطبيقاً لنفس المبدأ، أعلنت حكومة تايلاند عام 1994 إقامة مبنى للمكاتب يضم 25 طابقاً فى مدينة بانكوك ويستخدم 20٪ فقط من الطاقة المستخدمة فى مبنى تقليدى باستخدام تقنيات متقدمة فى التبريد مناسبة للمناخ الاستوائى (109).

بدأت مسابقات التصميم، التى تحت على إيجاد حلول مبتكرة، فى الانتشار فى جميع أنحاء العالم. واستمرت الحكومة الكندية فى تقليدها الخاص «بالمنازل المتقدمة» بجانب مسابقة جديدة للمباني التجارية. وقد تم بناء ثلاثة من المشروعات الفائزة، والتى تستخدم فيها مواد ضعيفة التأثير، ونصف كمية الطاقة المطلوبة. وقد أقامت، أيضاً، الحكومات فى نيوزيلندة مسابقات، كما أقامت فرنسا أيضاً عدة مسابقات، سيتم فيها بناء 700 منزل من التصميمات الفائزة (110).

ولتوسيع انتشار هذه الأفكار الجديدة فى سوق البناء، استخدمت بعض الحكومات ومجموعات الصناعة نظم تقييم تطوعية. وقد بدأت حكومة المملكة المتحدة برنامجاً للتقييم عام 1991 يمنح جوائز للتصميمات التى تمتد إلى ماوراء متطلبات القواعد والقوانين – عن طريق توفير الطاقة

والمياه، أو تقليل التأثيرات البيئية المحلية. ومع حلول منتصف عام 1994 تم تقييم أكثر من 25٪ من المباني التجارية الجديدة، كما طورت الحكومة برنامجاً لتقييم وتقدير المباني التجارية القائمة والمنازل الجديدة. ويستخدم حالياً بعض سماسرة العقارات البريطانيين معايير بيئية عالية لتسويق ممتلكاتهم (111).

بدأت بعض الحكومات الأخرى في أوروبا، مثل الحكومة الفرنسية، والنرويجية، والأسبانية في اتباع نظمهم الخاصة بالتقدير والتقييم. وقد امتد نظام متطور في الصناعة خاص بالمباني التجارية في كولومبيا البريطانية إلى أونتاريو، حيث أبدت حكومة إقليم كويك اهتمامها بهذا النظام. ومن المتوقع، في الولايات المتحدة، أن يبدأ «مجلس المباني الخضراء» ذو الاهتمامات غير التجارية عام 1995 بحملة لتقييم وتقدير المباني التجارية. وقد تفاوتت نظم التقييم، طبقاً للإقليم، في البلاد التي تتنوع فيها الظروف الجغرافية والمناخية مثل الولايات المتحدة، مما يعطى الفرصة للمنظمات المحلية للمساهمة في هذا المجال. ومنذ عشر سنوات يوجد، على سبيل المثال، في مدينة أوستن بولاية تكساس، برنامجاً «للبناء الأخضر» Green Building، والذي يقيّم، ضمن أشياء أخرى، المنشآت السكنية (112).

إن التعريف هو أحد أنواع التقييم – فبدلاً من تصنيف المباني، أصبح التقييم



ببساطة يعنى مجرد صلاحية أو عدم صلاحية المبنى. وفى عام 1980 بدأت الحكومة الكندية نظاماً تطوعياً للشهادات خاص بالمنازل ذات الكفاءة العالية فى استخدام الطاقة. وبالرغم من أن عدد المنازل التى خضعت لهذه الشهادات للحصول على رخصة الموافقة "R - 2000" لم تتعد 8000 منزلاً، إلا أن هذا البرنامج طور أسس التشييد عن طريق تسويق وترويج العديد من التقنيات الفعالة. وقد أضافت الحكومة فى عام 1994 بعض المتطلبات الأخرى على نوعية المواد عند اختيارها، ومصادر المواد السامة داخل المبنى. وعموماً فعلى مبتكرى نظم التقييم والتعريف أن يبدأوا فى مراجعة هذه النظم بعد تطور التفهم العلمى للمشكلات البيئية وظهور مواد وتقنيات جديدة فى الأسواق (113).

إن الدعم المالى من المؤسسات والهيئات هو أيضاً من الأمور الحيوية لتحول سوق البناء. فمعظم ملاك المباني يشترى ممتلكاتهم عن طريق القروض والاعتمادات الائتمانية، ولذلك فإن البنوك، والمؤمنين، وأصحاب القروض الآخرين قد يستطيعون التحكم بالفعل فيما يُبنى. وعادة ما ينظر أصحاب القروض إلى المشروعات المبتكرة بنوع من الحذر لخطورتها، ومن ثم تخضع هذه المشروعات لتأخيرات مكلفة أو معدلات فائدة عالية. ولكن، أدركت بعض البنوك أن المباني ذات الجودة العالية والتى تعتمد بكفاءة على الموارد تحتفظ أكثر بقيمتها وتحقق لملاكها أرباحاً أكثر لدفع القروض

وتخفيض معدلات الفائدة للمنازل الحاصلة على شهادة "R - 2000" (114).

وفي الولايات المتحدة فإن «رهن العقارات ذات الكفاءة في استخدام الطاقة» والتي تقلل من متطلبات الدخل على المنازل ذات الكفاءة في استخدام الطاقة أصبحت متاحة - منذ أكثر من عشر سنوات - من خلال وكالات القرض الفيدرالية أو التابعة للولاية، وأيضاً عن طريق البنوك الخاصة. وعلى الرغم من ذلك فإن معظم الهيئات والمؤسسات المالية الأمريكية تتجنب بشدة القيام بأية تغييرات ملحوظة في هذا المجال. أما في السويد فقد أقدمت على أسلوب مغاير تماماً، وهو دعم القروض للمنازل ذات الكفاءة في استخدام الطاقة لمدة 20 عاماً، مما يفسر إلى حد ما أسباب وصول صناعة البناء السويدية إلى مثل هذا المستوى العالي من الكفاءة. وفي أوائل عام 1995، أعلن أكبر البنوك السويدية في مجال المنازل وهو بنك Hypoteksbanken أنه تكبد خسائر فادحة مما يطلق عليه «متلازمة البناء المريض»، وعن تخطيطه لإعطاء قروض مالية فقط للمباني «الخضراء». ولنفس السبب أيضاً، بدأت، أيضاً، شركات التأمين في مكافأة المباني الصحية عن طريق تخفيض أقساط تأمين تغطية الدين (115).

يجب على المؤسسات المالية متعددة الجنسيات والتي يرأسها البنك الدولي مساعدة الدول النامية على تدعيم رؤوس الأموال المتزايدة في مجال البناء. فالبank يقوم، سنوياً، بمنح قروض تصل إلى مئات الملايين من الدولارات

«أعلن أكبر البنوك السويدية في مجال تشييد  
المنازل عن تخطيطه لإعطاء قروض مالية،  
فقط، للمباني «الخضراء»».

89

إلى أوروبا الشرقية والدول النامية لمشروعات تتعلق بالإسكان. وقد أكدت  
حالياً على تحسين النظام المؤسسي في الهيئات التي تعمل في مجال  
الإسكان، وذلك لإزالة العوائق الخاصة بتشييد المنازل، ومد المدن الجديدة  
والتي تنتشر بسرعة بالمياه الكافية والخدمات الصحية. ولكن بدأ البنك  
حديثاً، من خلال مجهوداته لضمان الخدمات الأساسية، في وضع إجراءات  
محددة لتحسين كفاءة الطاقة والمياه (116).

وتستطيع الجهات المعنية بالخدمات الخاصة بالكهرباء، والغاز الطبيعي،  
والمياه أن تلعب دوراً حيوياً لضمان الكفاءة في استخدام الموارد الطبيعية، من  
أجل خفض الإنفاق على الوقود والطاقة الجديدة، ومعامل معالجة المياه.  
وتعطى بعض الجهات المعنية بالكهرباء تخفيضاً لملاك المباني لتطوير  
الإضاءة، والأجهزة الكهربائية، والنظم الآلية. ولكن تستطيع هذه الجهات  
أيضاً أن تكون أكثر نشاطاً إذا استهدفت تشييد المباني الجديدة. ومن  
الإجراءات التي يمكن اتخاذها، وضع نظام «تخفيض الرسوم» الذي يفرض  
رسوماً على المنشآت ذات الكفاءة المحدودة في استخدام الطاقة والمياه،  
واستخدام هذه الرسوم كمكافأة مصممي المباني ذات الكفاءة العالية في  
استخدام الطاقة. وتحاول القليل من الجهات المعنية بالخدمات في أمريكا  
الشمالية باستخدام طريقة مماثلة، لمساعدة مشتري المنازل في دفع جزء  
مقدم عن شراء أحد المنازل الجديدة ذات الكفاءة العالية في استخدام  
الطاقة. وقد اعتاد مقدمي العطاءات في مجال الطاقة بمقاطعة نيو برنسيوك

New Brunswick على تخفيض أو إعادة جزء من المدفوعات للمنازل الحاصلة على شهادة "R - 2000". وهو أحد الأسباب التي أدت إلى بناء 20٪ من المنازل الحديثة في هذه المقاطعة - وهذا يُعد أكبر المعدلات في كندا. وكانت شركة Ontario Hydro تقدم تخفيضات أو تعيد جزء من المدفوعات لفرق التصميم من أجل تخفيض استخدام الطاقة في المباني الجديدة، كما كانت تمددهم بأموال إضافية عند تحقيق التوفير المطلوب، ولكن اضطرت إلى وقف هذا البرنامج بعد مواجهتها لمشكلات مالية. كما تستطيع أيضاً الجهات الخدمية الخاصة بالمياه والطاقة القيام بالتفتيش دورياً على المنازل، وفحص السخانات والأجهزة غير الصالحة، والأنابيب والمواسير المرشحة (117).

وتستطيع الحكومات إقامة علاقات بناءة مع صناعة البناء بمجرد وصول هذه المنافع إلى عملية البناء. ومن العواقب الناتجة من تفتت عملية البناء في معظم اقتصاديات السوق هو عدم الاستقرار المالي لدى الشركات المعمارية والهندسية والإنشائية، والذي يعوق إمكانياتها في الاستثمار في مجال البحث والتنمية. وقد اتجه إنتاج بعض العناصر الرئيسية مثل النوافذ وقرميد الأسقف إلى التركيز أكثر، مما أدى إلى استمرار عملية الابتكار والتجديد بخطى ثابتة. وكانت النتيجة، على سبيل المثال، منزل مجهز بنوافذ جديدة متقدمة وحوائط مرشحة. إن عملية البحوث تحتاج ليس فقط إلى تقنيات حديثة بل أيضاً إلى أساليب جديدة لإجراء عملية تكامل بينها. وتنفق الحكومة السويدية أموالاً

أكثر من معظم البلدان على بحوث البناء، مما يُعد سبباً آخر فى تمتع المنازل هناك بالكفاءة العالية فى استخدام الطاقة (118).

91

وقد بدأت الوكالة الأمريكية للحماية البيئية مجموعة من المشروعات التطوعية المبتكرة لحث رجال الأعمال على تحسين خدماتهم فى مجال المنافع. وتعمل هذه المشروعات على تصفية وجمع المعلومات عن التقنيات الحديثة، وتقديم الوسائل للتنبؤ باقتصاديات انتشارها فى بعض المواقف المعينة. إن برنامج «الأضواء الخضراء Green Lights» والذى يضم أكثر من 1,500 مساهماً حتى الآن سيقوم تدريجياً بخفض استخدام طاقة الإضاءة إلى حوالى النصف فى 5٪ تقريباً من مساحة الأرض التجارية فى الولايات المتحدة. وقد بدأ برنامج «مبانى نجمة الطاقة Energy Star Buildings» فى عام 1994 فى مساعدة مديرى المبانى، خلال سلسلة من الخطوات، على تحسين جودة الهواء وخفض استخدام الطاقة فى المبانى القائمة بنسبة 50٪ - وكلها ذات فعالية وتأثير على التكلفة (119).

يجب على الحكومات أيضاً تنفيذ إصلاحات أساسية فى السياسة المالية. وتقوم، حالياً، معظم الحكومات بتقديم الدعم بدلاً من فرض ضرائب، على التلوث واستخلاص الموارد. وتعطى الحكومة الأمريكية لصناعة المناجم تخفيضاً سنوياً فى الضرائب يعادل 500 مليون دولار. كما تصرف الحكومة الألمانية سنوياً مبلغ 4.9 بليون دولار لدعم صناعة الفحم بسعر يعادل أربعة

أضعاف السعر العالمى. ويتم حرق 36% من هذا الفحم لمد المباني بالحرارة والطاقة. وقد أصبح الدعم المالى للفحم وتنمية الطاقة المائية من الأمراض المستوطنة فى البلاد النامية، حيث انخفض متوسط سعر الكهرباء -- حيث يستخدم 30% منه فى المباني -- من 7.0 سنتات عام 1983 إلى 4.9 سنتاً خلال الخمس سنوات التالية فقط (120).

نحتاج الحكومات إلى وقف هذا الدعم تدريجياً وإصلاح السياسة الضريبية بحيث يصل الاقتصاد الحقيقى والتكلفة الاجتماعية للاستنفاد والتلوث لمن يستفيدون منها. فإذا استطاعت الحكومات موازنة هذه الزيادات مع عمل تخفيضات فى الضرائب -- على العمالة على سبيل المثال -- فإن التأثير الصافى قد يكون إيجابياً، مع تقديم حوافز فورية للكفاءة والعمالة. وقد تستطيع الحكومات أيضاً تخصيص نسبة صغيرة من الأموال فى البحث والتنمية، للمساعدة على الإسراع فى توسيع دائرة التشييد والبناء الصحى، ذو الكفاءة العالية فى استخدام الموارد (121).

وربما لا يوجد بين بلدان العالم مثل هولندا فى تحركها السريع والفعال فى تشكيل برنامج واسع للمباني. وتعد هذه الحملة الهولندية ضمن خطة الدولة القومية لسياسة البيئة (National Environment Policy Plan (NEPP) التى تم تطويرها عام 1993 بحيث تناولت منظوراً واسعاً من القضايا البيئية. ومن ضمن الأهداف الأولية لهذه الخطة والخاص بالبناء المتواصل: تحسين

كفاءة الطاقة بنسبة 25٪ في المباني الحديثة والتي تم تجديدها مع بلوغ عام 2000، وذلك لزيادة إعادة استخدام وإعادة تدوير مخلفات التشييد والهدم من 60٪ عام 1990 إلى 90٪ عام 2000، ولخفض استخدام المواد السامة – مثل الدهانات المستخلصة من البترول – إلى النصف، والتخلص من استخدام المنتج غير المتواصل لأخشاب المنطقة الاستوائية (122).

عملت الحكومة الهولندية منذ عام 1990، مع المعمارين والمصممين، والمقاولين، وشركات البناء، وجمعيات قاطنى المباني، لوضع خطة عملية تحقق أهداف الخطة القومية لسياسة البيئة NEPP. وتدير، حالياً، المنظمة غير القومية «جمعية العمارة البيولوجية المتكاملة (VIBA) Association for Integral Biological Architecture» مركزاً للمعلومات يحصل حالياً على دعم مالى من الحكومة؛ حيث تفيد هذه الجمعية بأن: حوالى 100 شركة تباع مواد «خضراء» مرخصة بشهادة من جمعية VIBA وتقدم معلومات للقائمين بالبناء والمعمارين. كما دعمت الحكومة أيضاً تنفيذ مشروعات شديدة التخصص مثل مشروع إيكلونيا Eclonia. وبالإضافة إلى ذلك تطالب «الخطة القومية لسياسة البيئة» NEPP بفرض ضرائب على المواد الخام والتخلص من المخلفات لتشجيع إعادة تدوير مواد البناء وزيادة كفاءة استخدام الوقود والمياه (123).

إن التحدى، على مستوى العالم، الذى يواجهه صانعو السياسة، والمربون،

وأصحاب القروض يماثل التحدى الذى يواجهه العاملون فى مجال البناء . ولن يستطيع إجراء واحد منفرد، سواء أكان إصلاحاً ضريبياً أو تصميمياً شمسياً، أن يعالج المشكلات الأساسية فى المباني الحديثة، ولكن كل ما يحتاجه الأمر هو مجموعة واسعة من التغييرات فى الطريقة التى يمارسها كل شخص فى مجال الأعمال . ويستطيع المجتمع، مثل فريق التصميم التكاملى البدء فى عملية التغيير برغم صعوبة الطريق الذى سيسلكه، ولكنه يحتاج إلى فكر واضح عن المصير الذى يتجه إليه . إن الهدف بسيط بحيث يستطيع الجميع الموافقة عليه : وهو خلق منزل آمن لبنى البشر .



1. Figure of 90 percent from U.S. Environmental Protection Agency (EPA), Office of Air and Radiation (OAR), *Report to Congress on Indoor Air Quality, Volume II: Assessment and Control of Indoor Air Pollution* (Washington, D.C.: 1989). Where buildings are put can have as much impact on people's health and the environment—by increasing the need for motorized transportation—as how they are made and operated. For coverage of these issues, see Marcia D. Lowe, *Shaping Cities: The Environmental and Human Dimensions*, Worldwatch Paper 105 (Washington, D.C.: October 1991).

2. Quote from Marlise Simons, "Earth-Friendly Dutch Homes Use Sod and Science," *New York Times*, March 7, 1994.

3. Carbon dioxide concentration rise from H. Friedli et al., "Ice Core Record of the  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$  Ratio of Atmospheric  $\text{CO}_2$  in the Past Two Centuries," *Nature*, November 20, 1986, and from Timothy Whorf, Scripps Institution of Oceanography, La Jolla, Calif., private communication, February 2, 1995: emissions share is a Worldwatch estimate, based on R.M. Rotty and G. Marland, "Production of  $\text{CO}_2$  from Fossil-Fuel Burning" (electronic database) (Oak Ridge, Tenn.: Oak Ridge National Laboratory (ORNL), 1993), on G. Marland and T.A. Boden, "Global, Regional, and National  $\text{CO}_2$  Emission Estimates from Fossil Fuel Burning, Cement Production, and Gas Flaring: 1950–1990" (electronic database) (Oak Ridge, Tenn.: ORNL, 1993), on Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD), International Energy Agency (IEA), *Energy Balances of OECD Countries 1960–79* (Paris: 1991), on OECD, IEA, *World Energy Statistics and Balances 1971–1987* (Paris: 1989), and on OECD, IEA, *Energy Statistics and Balances of Non-OECD Countries 1991–1992* (Paris: 1994).

4. United Nations (UN), *Monthly Bulletin of Statistics* (New York: various issues); Worldwatch estimate, based on UN, *Long-range World Population Projections: Two Centuries of Population Growth, 1950–2150* (New York: 1992).

5. Figure 1 and South Korea are from UN, *Yearbook of Construction Statistics* (New York: various years), from UN, *Construction Statistics Yearbook* (New York: various years), and from UN, *Monthly Bulletin of Statistics*, op. cit. note 4.

6. Figure 2 is from Lee Schipper and Stephen Meyers, *Energy Efficiency and Human Activity: Past Trends and Future Prospects* (Cambridge, U.K.: Cambridge University Press, 1992), and from L. Schipper and C. Sheinbaum, "Recent Trends in

Household Energy Use Efficiency in OECD Countries: Stagnation or Improvement," in *Proceedings of 1994 ACEEE Summer Study on Energy Efficiency in Buildings* (Washington, D.C.: American Council for an Energy-Efficient Economy (ACEEE), 1994); Alan Thein Durning, *Saving the Forests: What Will It Take?* Worldwatch Paper 117 (Washington, D.C.: Worldwatch Institute, December 1993); Ahluwalia is from Mitchell Owens, "Building Small...Thinking Big," *New York Times*, July 21, 1994.

7. Robert Ornstein and Paul Ehrlich, *New World New Mind* (New York: Simon and Schuster, Inc., 1989).

8. Charles Smiler, "Building Energy Efficiency in Commercial and Investment Real Estate," unpublished manuscript, Real Estate Skills for the Environment, Montpelier, Vt., undated; Amory B. Lovins, "Energy-Efficient Buildings: Institutional Barriers and Opportunities," Strategic Issues Paper, E SOURCE, Inc., Boulder, Colo., 1992.

9. Lovins, op. cit. note 8.

10. U.S. Congress, Office of Technology Assessment (OTA), *Energy Efficiency Technologies for Central and Eastern Europe* (Washington, D.C.: U.S. Government Printing Office (GPO), 1993); Yu Joe Huang, "Potential for and Barriers to Building Energy Conservation in China," *Contemporary Policy Issues* (California State University, Long Beach), July 1990.

11. Ajay Shanker, "Constructing Sustainable Houses in Hurricane Prone Florida," in Charles J. Kibert, ed., *Supplemental Proceedings of the First International Conference of CIB TG 16* (Gainesville, Fla.: University of Florida, 1994); "fastest-growing" from Patricia Gober, "Americans on the Move," *Population Bulletin*, November 1993; "thousands" is a conservative Worldwatch estimate, based on Shanker, op. cit. this note, and on Rod Miner, Center for Resourceful Building Technology (CRBT), Missoula, Mont., private communications, February 6, 7, and 10, 1995.

12. Matthys Levy and Mario Salvadori, *Why Buildings Fall Down* (New York: W.W. Norton & Company, 1992); Michael Melkumian, World Bank, Yerevan, Armenia, private communication, December 21, 1994.

13. Gober, op. cit. note 11; Stewart Brand, *How Buildings Learn: What Happens After They're Built* (New York: Viking Penguin, 1994).

- 
14. Brand, op. cit. note 13.
  15. Urs Morf, "Modernization and Nostalgia in Beijing," *Swiss Review of World Affairs*, September 1994.
  16. OTA, *Building Energy Efficiency* (Washington, D.C.: GPO, 1992); description of U.S. and Swedish factories from Lee Schipper, Stephen Meyers, and Henry Kelly, *Coming in From the Cold: Energy-Wise Housing in Sweden* (Cabin John, Md.: Seven Locks Press, 1985).
  17. John Picard, Environmental Enterprises, Inc., Marina del Rey, Calif., private communication, July 26, 1994.
  18. The Internationale Nederlanden (ING) Bank was called the Nederlandsche Middenstandsbank (NMB Bank) until 1991; ING Bank, "Building with a Difference: ING Bank Head Office," Amsterdam, undated; Bill Holdsworth, "Organic Services," *Building Services*, March 1989.
  19. Brenda Vale and Robert Vale, *Green Architecture: Design for an Energy-conscious Future* (Boston: Bulfinch Press, 1991); William Browning, "NMB Bank Headquarters," *Urban Land*, June 1992; Rob Vonk, ING Bank, Amsterdam, private communication, March 25, 1994.
  20. Francis Duffy, "Measuring Building Performance," *Facilities*, May 1990, cited in Brand, op. cit. note 13.
  21. Brand, op. cit. note 13.
  22. Ibid.; Pei's preference for fixed uses from Carter Wiseman, I.M. Pei: *A Profile in American Architecture* (New York: Henry N. Abrams, Inc., 1990).
  23. Brand, op. cit. note 13.
  24. National Audubon Society and Croxton Collaborative, Architects, *Audubon House: Building the Environmentally Responsible, Energy-Efficient Office* (New York: John Wiley & Sons, 1994).
  25. John Bennett, *International Construction Project Management: General Theory and Practice* (Oxford: Butterworth Heinemann, 1991).
  26. Hideo Imamura, Shimizu Corporation, Tokyo, private communications,

January 5, 1995, and February 1 and 2, 1995; Yasuyoshi Miyatake, Executive Vice President, Shimizu Corporation, "Sustainable Construction," speech given at the First International Conference of CIB TG 16, Tampa, Fla., November 7, 1994.

27. Germany from Varis Bokalders, Royal Institute of Technology, Stockholm, private communication, February 2, 1995; "Mainstream Architects Going Green," *Environmental Building News*, January/February 1995; S.P. Halliday, *Environmental Code of Practice for Buildings and Their Services* (Bracknell, U.K.: Building Services Research and Information Association (BSRIA), May 1994); Zoe Crawford, BSRIA, Bracknell, U.K., private communication, July 25, 1994.

28. Paul Oliver, *Dwellings: The House Across the World* (Austin: University of Texas Press, 1987); Frank Lloyd Wright cited in Victor Papenek, "Dwellings: The House Across the World" (book review), *Earthword*, No. 5, 1994.

29. James Howard Kunstler, *The Geography of Nowhere* (New York: Simon & Schuster, 1993).

30. Vale and Vale, op. cit. note 19.

31. Christopher Alexander, *The Timeless Way of Building* (New York: Oxford University Press, 1979).

32. Figure of 40 percent is an extrapolation from U.S. data based on global data from Donald G. Rogich, U.S. Department of the Interior (DOI), Bureau of Mines (BOM), "Changing Minerals and Material Use Patterns," presented at the Annual General Meeting of the Academia Europaea, Parma, Italy, June 23-25, 1994, and on Bill Kelleher, National Stone Association, Silver Spring, Md., private communication, July 13, 1994; John E. Young, *Mining the Earth*, Worldwatch Paper 109 (Washington, D.C.: Worldwatch Institute, July 1992).

33. Daniel Edelstein, DOI, BOM, Washington, D.C., private communication, July 19, 1994; share of copper recycled excludes "new scrap," waste metal that factories send back to the copper mills for recycling, it never having reached the consumer, and is based on *ibid.*; Young, op. cit. note 32; Sandra Kraemer, "Material Changes in the Building and Construction Industry: Piping Applications," in DOI, BOM, *The New Materials Society: Materials Shifts in the New Society*, Vol. 3 (Washington, D.C.: 1991); Nadav Malin and Alex Wilson, "Should We Phase Out PVC?" *Environmental Building News*, January/February 1994; Keith

Schneider, "E.P.A. Moves to Reduce Health Risks from Dioxin," *New York Times*, September 14, 1994; German position on PVC is from Lisa Finaldi, Greenpeace International, "PVC Debate Continues" (letter to the editor), *Environmental Building News*, November/December 1993; Rich Gilbert, American Public Health Association, Washington, D.C., private communication, August 15, 1994.

34. Sandra Postel and John Ryan, "Reforming Forestry," in Lester R. Brown et al., *State of the World 1991* (New York: W.W. Norton & Company, 1991); Steve Loken, "Materials for a Sustainable Building Industry," *Solar Today*, November/December 1991; Schipper, Meyers, and Kelly, op. cit. note 16; International Tropical Timber Association (ITTO), *Annual Review and Assessment of the World Tropical Timber Situation, 1990-1991* (Yokohama, Japan: 1992); Nancy Chege, "Roundwood Production Unabated," in Lester R. Brown, Hal Kane, and David Malin Roodman, *Vital Signs 1994* (New York: W.W. Norton & Company, 1994); D.O. Hall, King's College, London, private communication and printout, March 7, 1994.

35. Durning, op. cit. note 6; ITTO, op. cit. note 34.

36. Figure of 150 tons is a Worldwatch estimate, based on the minerals content of a typical U.S. home, from Aldo F. Barsotti, DOI, BOM, Washington, D.C., private communication and printout, July 13, 1994; refuse figure is from Stephen D. Cospo, William H. Hallenbeck, and Gary R. Brenniman, "Construction and Demolition Waste: Generation, Regulation, Practices, Processing, and Policies," Office of Solid Waste Management, University of Illinois, Chicago, 1993; Jane nard, Bureau of the Census, Suitland, Md., private communication, August 5, 1994; U.S. waste rates from Robert Brickner, Gershman, Brickner & Bratton, Inc., Falls Church, Va., private communication, August 23, 1994; European waste rates from Erik K. Lauritzen and Niels Jørn Hahn, "Building Waste—Generation and Recycling," *International Solid Wastes & Public Cleansing Association Yearbook 1991-1992* (London: Associated Publishing Group plc, undated), and from OECD, *OECD Environmental Data: Compendium 1993* (Paris: 1993).

37. Worldwatch estimate, based on National Audubon Society and Croxton Collaborative, op. cit. note 24, on U.S. Department of Energy (DOE), Energy Information Administration (EIA), *Annual Energy Review 1993* (Washington,

D.C.: GPO, 1994), and on Kelleher, op. cit. note 32.

38. Worldwatch estimates, based on OECD, *Energy Balances of OECD Countries 1960-79*, op. cit. note 3, on OECD, *World Energy Statistics and Balances 1971-1987*, op. cit. note 3, and on OECD, *Energy Statistics and Balances of Non-OECD Countries 1991-1992*, op. cit. note 3, with biomass estimates for developing countries from Hall, op. cit. note 34, and from OTA, *Energy in Developing Countries* (Washington, D.C.: GPO, 1991).

39. Worldwatch estimates, based on OECD, *Energy Statistics and Balances of Non-OECD Countries 1991-1992*, op. cit. note 3, on Hall, op. cit. note 34, on OTA, op. cit. note 38, on National Audubon Society and Croxton Collaborative, op. cit. note 24, on DOE, op. cit. note 37, and on Kelleher, op. cit. note 32.

40. Building's share of world water use is a Worldwatch estimate, based on Peter H. Gleick, "Water and Energy," in Peter H. Gleick, ed., *Water in Crisis: A Guide to the World's Fresh Water Resources* (New York: Oxford University Press, 1993), on OECD, *Energy Statistics and Balances of Non-OECD Countries 1991-1992*, op. cit. note 3, and on World Resources Institute, *World Resources 1994-95* (New York: Oxford University Press, 1994), and excludes water use for electricity production for manufacturing building materials; Sandra Postel, *Last Oasis: Facing Water Scarcity* (New York: W.W. Norton & Company, 1992).

41. Figure of 30 percent is from a 1984 World Health Organization committee report, cited in EPA, OAR, "Indoor Air Facts No. 4: Sick Building Syndrome," Washington, D.C., 1991; EPA, Office of Acid Deposition, Environmental Monitoring and Quality Assurance, *Indoor Air Quality in Public Buildings*, Vol. 1 (Washington, D.C.: 1988); National Audubon Society and Croxton Collaborative, op. cit. note 24.

42. David Mudarri, EPA, Indoor Air Division, private communication, Washington, D.C., July 15, 1994; William Fisk, Lawrence Berkeley Laboratory (LBL), Berkeley, Calif., private communication, July 15, 1994.

43. Nadav Malin, "Steel or Wood Framing: Which Way Should We Go?" *Environmental Building News*, July/August 1994; Nigel Howard, Davis Langdon Consultancy, London, private communication and printout, September 20, 1994.

44. Embodied energy of wood from Hall, op. cit. note 34; poor suitability of wood in humid climates from Nadav Malin, *Environmental Building News*, Brattleboro, Vt., private communication, August 5, 1994.

45. Michael Moquin, "Adobe, Rammed Earth, & Mud: Ancient Solutions for Future Sustainability," *Earthword*, No. 5, 1994; European history from Brenda Vale, University of Nottingham, U.K., private communication, July 29, 1994; Marina Trappeniers, Craterre, Grenoble, France, private communication, September 6, 1994.

46. Jean Dethier, "A Back-to-the-earth Approach to Housing," *UNESCO Courier*, March 1985; Paul McHenry, University of New Mexico, Albuquerque, N.M., private communication, December 9, 1994.

47. Lynne Bayless, "Strawbale & Steel," *Earthword*, No. 5, 1994; David Bainbridge, "Plastered Straw Bale Construction: Super Energy Efficient and Economical," The Canelo Project, Canelo, Ariz., 1992; David Eisenberg, The Development Center for Appropriate Technology, Tucson, Ariz., private communication, February 22, 1995.

48. Rooney Massara, Stramit International, Suffolk, U.K., private communication, January 31, 1995; Michael Langley, Terra Verde, Austin, Tex., private communication, August 3, 1994; ecological cost is a Worldwatch estimate, based on *ibid.*, on Ed Ayres, Worldwatch Institute, Washington, D.C., private communication, February 13, 1995, and on Howard, op. cit. note 43.

49. National Audubon Society and Croxton Collaborative, op. cit. note 24; Steve Loken, CRBT, Missoula, Mont., private communication, August 10, 1994; Clint Good, Clint Good Architects, Lincoln, Va., private communication, February 6, 1995; Bokalders, op. cit. note 27.

50. Loken, op. cit. note 49; Miner, op. cit. note 11; Carl Weinberg, Weinberg and Associates, Walnut Creek, Calif., private communication, April 23, 1993.

51. Howard, op. cit. note 43; OTA, *Green Products by Design: Choices for a Cleaner Environment* (Washington, D.C.: GPO, 1992); Scott Gilliland, HDR Engineering, Omaha, Neb. (subsidiary of Bouygues, S.A., Paris), private communication, December 1, 1994.

52. Cospér, Hallenbeck, and Brennum, *op. cit.* note 36; Tim Mayo, "Canada's Advanced Houses Program," in A.H. Fannee et al., eds., *U.S. Green Buildings Conference—1994* (Washington, D.C.: GPO, 1994); "Nova Scotia's Advanced House: The EnviroHome," Nova Scotia Department of Natural Resources, Halifax, undated.

53. Vale and Vale, *op. cit.* note 19; Mark Wachle, Recycled Materials Company, Colorado Springs, Colo., private communication, August 11, 1994; Sydney from "Bulletin Board," *NCS Bulletin* (IUCN Pakistan), Karachi, September 1992.

54. Carole Douglass, "Making Houses Out of Trash," *World Watch*, November/December 1993; Robert Noble, Gridcore Systems International, Carlsbad, Calif., private communications, July 8 and 29, 1994.

55. Amory Lovins, "Hot-Climate House Predicted to Need No Air Conditioner, Cost Less to Build," Tech Memo, E SOURCE, Inc., Boulder, Colo., November 1993.

56. *Ibid.*

57. *Ibid.*

58. *Ibid.*; Lance Elberling, Pacific Gas and Electric Company, San Ramon, Calif., private communication, January 30, 1995.

59. Richard G. Stein, *Architecture and Energy: Conserving Energy Through Rational Design* (New York: Anchor Press, 1977); Stanley Schuler, *The Cape Cod House* (Exton, Pa.: Schiffer Publishing, Ltd., 1982); Brent C. Brolin, *The Failure of Modern Architecture* (New York: Van Nostrand Reinhold Company, 1976).

60. Worldwatch estimate, based on U.S. data from DOE, *op. cit.* note 37, from DOE, EIA, *Monthly Energy Review September 1993* (Washington, D.C.: GPO, 1993), from DOE, EIA, *Annual Energy Outlook 1994* (Washington, D.C.: GPO, 1994), and from Mohammad Adra, DOE, EIA, Washington, D.C., private communication, March 7, 1994, and on global data from OECD, *Energy Statistics and Balances of Non-OECD Countries 1991-1992*, *op. cit.* note 3, from Hall, *op. cit.* note 34, and from OTA, *op. cit.* note 38.

61. Steven Ternoey et al., *The Design of Energy-Responsive Commercial Buildings* (New York: John Wiley & Sons, 1985).



---

62. Residential energy use statistics are based on energy use per degree day per square meter of home area, and are from Schipper and Meyers, op. cit. note 6, and from Schipper and Sheinbaum, op. cit. note 6.

63. "NUTEK's Programme for an Environmentally Adapted Energy System in the Baltic Region and Eastern Europe," Swedish National Board for Industrial and Technical Development (NUTEK), Stockholm, November 1994; Hans Nilsson, NUTEK, Stockholm, private communication, February 2, 1995.

64. David Olivier, "The House that Came in from the Cold," *New Scientist*, March 9, 1991.

65. *Health and Environment Digest* (Freshwater Foundation, Wayzata, Minn.), May 1993; James Woods, Virginia Polytechnic Institute and State University, Blacksburg, Va., private communication, August 9, 1994.

66. Figure 3 considers windows to be "advanced" if they include low-E coating or argon fill, and is based on K. Frost, D. Arasteh, and J. Eto, "Savings from Energy Efficient Windows: Current and Future Savings from New Fenestration Technologies in the Residential Market," LBL, Berkeley, Calif., April 1993, and on Karl Frost, LBL, Berkeley, Calif., private communication, January 31, 1995.

67. Frost, Arasteh, and Eto, op. cit. note 66; Joan Gregerson et al., *Space Heating Technology Atlas* (Boulder, Colo.: E SOURCE, Inc., 1993); Mayo, op. cit. note 52.

68. Donald R. Johnsen, Hella U.S.A., Grafton, N.H., private communication, November 22, 1994. The reasons for the divergence between North American and European approaches seems to be deeply cultural, and may include greater willingness on the part of Europeans to accept devices that require occasional manual operation, and to accept, because of their longer historical perspective, the somewhat longer financial payback periods for external shading systems compared to advanced windows.

69. Ken Butti and John Perlin, *Golden Thread: 2500 Years of Solar Architecture and Technology* (Palo Alto, Calif.: Cheshire Books, 1980).

70. Susan E. Owens, "Land Use Planning for Energy Efficiency," in J.B. Cullingworth, ed., *Energy, Land, and Public Policy* (New Brunswick, N.J.: Transaction Publishers, 1990); Michael B. Brough, "Density and Dimensional

Regulations, Article XII," *A Unified Development Ordinance* (Washington, D.C.: American Planning Association, Planners Press, 1985); Butti and Perlin, op. cit. note 69; Berlin from Paul Okamoto and Eric Saijo, "Ecological Site Design for Affordable Housing," *The Urban Ecologist*, No. 3, 1994.

71. Lindsay Audin et al., *Lighting Technology Atlas* (Boulder, Colo.: E SOURCE, Inc., 1994); Alicia Ravetto, "Daylighting Schools in North Carolina," *Solar Today*, March/April 1994; Audin et al., op. cit. this note.

72. Butti and Perlin, op. cit. note 69; Helena Norberg-Hodge, *Ancient Futures: Learning from Ladakh* (San Francisco: Sierra Club Books, 1991).

73. Ken Yeang, *Bioclimatic Skyscrapers* (London: Arternis, 1994); Stein, op. cit. note 59.

74. LBL and Sacramento Municipal Utility District, "Peak Power and Cooling Energy Savings of Shade Trees and White Surfaces: Year 2," LBL, Berkeley, Calif., April 27, 1993; Karen L. George, "Highly Reflective Roof Surfaces Reduce Cooling Energy Use and Peak Demand," Tech Update, E SOURCE, Inc., Boulder, Colo., December 1993; first year's production is for the 30-year service life of the windows, and is from Ashok Gadgil, Arthur H. Rosenfeld, and Lynn Price, "Making the Market Right for Environmentally Sound Energy-Efficient Technologies: U.S. Buildings Sector Successes that Might Work in Developing Countries and Eastern Europe," presented to ESETT '91: International Symposium on Environmentally Sound Energy Technologies and their Transfer to Developing Countries and European Economies in Transition, Milan, October 21-25, 1991.

75. Yeang, op. cit. note 73; Cathleen McGuigan, Stanley Holmes, and Maggie Malone, "Towers Rise in the East," *Newsweek*, July 18, 1994.

76. Doug Balcomb, National Renewable Energy Laboratory (NREL), Golden, Colo., private communication and printout, June 2, 1993.

77. Cecile M. Liboef and Craig Christensen, "The Minimum Energy House," *Solar Today*, January/February 1991; Vale and Vale, op. cit. note 19.

78. Figure of \$400 billion is a conservative Worldwatch estimate, based on OECD, *Energy Balances of OECD Countries 1960-79*, op. cit. note 3, on OECD,

*World Energy Statistics and Balances 1971-1987*, op. cit. note 3, and on OECD, *Energy Statistics and Balances of Non-OECD Countries 1991-1992*, op. cit. note 3, and on OECD, IEA, *Energy Prices and Taxes, Third Quarter, 1992* (Paris: 1992).

79. Churchill quote is from Brand, op. cit. note 13.

80. Michael Wagner, "Tuning in Children," *Interiors*, March 1993.

81. Kunstler, op. cit. note 29.

82. David A. Jump and Mark Modera, "Energy Impacts of Attic Duct Retrofits in Sacramento Houses," in *Proceedings of 1994 ACEEE Summer Study*, op. cit. note 6; Woods, op. cit. note 65; stories of waste in commercial buildings from Frank Kensill, Institute for Human Development, Philadelphia, Pa., private communication, October 1991, and from Lee Eng Lock, Supersymmetry Services Pte. Ltd., Singapore, private communication, August 11, 1994.

83. Robert van der Plas and A.B. de Graaff, "A Comparison of Lamps for Domestic Lighting in Developing Countries," World Bank, Washington, 1988; M.D. Levine et al., "Electricity End-Use Efficiency: Experience with Technologies, Markets, and Policies Throughout the World," ACEEE, Washington, D.C., 1992; market share is a Worldwatch estimate, taking into account that compact fluorescents last 10 times as long as incandescents, based on Nils Borg, NUTEK, Stockholm, Sweden, private communication, February 10, 1995; \$55 figure is a Worldwatch estimate of the net present value of the payback from replacing a 75-watt, 1,000-hour incandescent bulb with a 19-watt, 10,000-hour CFL, using a 3 percent annual real rate of return on five-year savings, a price of 75¢ for incandescent bulbs, and a residential electricity price for Japan from OECD, op. cit. note 78; 80 percent figure is from Leslie Lamarre, "Shedding Light on the Compact Fluorescent," *EPRI Journal*, March 1993; Audin et al., op. cit. note 71.

84. Brooke Stauffer, Association of Home Appliance Manufacturers, Washington, D.C., private communication, December 9, 1993; David Goldstein, Natural Resources Defense Council, San Francisco, Calif., private communication, June 20, 1993; Steven Nadel et al., "Emerging Technologies in the Residential & Commercial Sectors," ACEEE, Washington, D.C., 1993; Amy Vickers, "The Energy Policy Act: Assessing Its Impact on Utilities," *Journal of the American Water Works Association*, August 1993.

85. Erik Toxværd Nielsen, Toftegård, Herlev, Denmark, private communication, April 20, 1994.

86. Butti and Perlin, op. cit. note 69; Josef Nowarski, Division of Research and Development, Ministry of Energy and Infrastructure, Jerusalem, private communication, January 19, 1994; Eddie Bet Hazavdi, Energy Conservation Division, Ministry of Energy and Infrastructure, Jerusalem, private communication and printout, January 26, 1994; Solar System Development Association, "The Status of Solar Energy Systems in Japan," Tokyo, 1993; Botswana from Chris Neme, Memorandum to Mark Levine, LBL, Berkeley, Calif., March 28, 1992; Mario Calderón and Paolo Lugari, Centro Las Gaviotas, Bogota, Colombia, private communication, April 13, 1992; Kenya from Christopher Hurst, "Establishing New Markets for Mature Energy Equipment in Developing Countries; Experience with Windmills, Hydro-Powered Mills and Solar Water Heaters," *World Development*, Vol. 18, No. 4, 1990; E.H. Lysen, Netherlands Agency for Energy and the Environment (NOVEM), "Solar Energy in the Netherlands," presented to the IEA-SHCP National Programs Workshops, Sydney, Australia, May 4, 1993.

87. Cost of solar cells is from Paul Maycock, Photovoltaic Energy Systems, Inc., Casanova, Va., private communications and printouts, May 8, 1992, and December 20, 1993; for an expanded discussion on solar cells, see Christopher Flavin and Nicholas Lenssen, *Power Surge: Guide to the Coming Energy Revolution* (New York: W.W. Norton & Company, 1994).

88. Joachim Brenemann, "Energy Active Façades: Technology and Possibilities of Photovoltaic Integration into Buildings," Flachglas Solartechnik, Köln, Germany, undated; "Reference List," Flagsol, Flachglas Solartechnik GmbH, Köln, Germany, January 14, 1994; Steven Strong, "An Overview of Worldwide Development Activity in Building-Integrated Photovoltaics," Solar Design Associates, Harvard, Mass., undated; western Germany from W.H. Bloss et al., "Grid-Connected Solar Houses," in *Proceedings of the 10th EC Photovoltaics Solar Energy Conference* (Dordrecht: Kluwer Academic Publishing, 1991); R. Hill, N.M. Pearsall, and P. Claiden, *The Potential Generating Capacity of PV-Clad Buildings in the UK*, Vol. 1 (London: Department for Trade and Industry, 1992); OECD, IEA, *Energy Policies of IEA Countries: 1991 Review* (Paris: 1992); examples assume a 25 percent capacity factor for photovoltaics.

89. Mayo, op. cit. note 52.

---

90. Keith G. Davidson and Gerald W. Braun, "Thinking Small: Onsite Power Generation May Soon Be Big," *Public Utilities Fortnightly*, July 1, 1993.

91. Kim Hamilton, "Village Homes," In *Context*, Late Spring 1993; John Tillman Lyle, *Regenerative Design for Sustainable Development* (New York: John Wiley & Sons, 1994); Cynthia Martin, Coldwell Banker/Doug Arnold Real Estate, Davis, Calif., private communication, February 7, 1995.

92. Brenda Vale and Robert Vale, University of Nottingham, U.K., private communication, September 15, 1994; John Clark, John A. Clark Co., Washington, D.C., private communication, July 12, 1994.

93. Burke Miller Thayer, "Esperanza del Sol: Sustainable, Affordable Housing," *Solar Today*, May/June 1994.

94. Guillermo Thenoux and Luis F. Alacón, "Reducing Waste and Site Construction Impacts in Housing Projects," in Charles J. Kibert, ed., *Proceedings of the First International Conference of CIB TG 16* (Gainesville, Fla.: University of Florida, 1994).

95. NOVEM, "Ecolonia: Demonstration Project for Energy-Saving and Environmentally-aware Building and Living," Sittard, The Netherlands, undated.

96. Simons, op. cit. note 2; Gonda van Hal, Association for Integral Biological Architecture, Den Bosch, The Netherlands, private communication, July 28, 1994.

97. Bokalders, op. cit. note 27.

98. Amory B. Lovins, "Designing Buildings for Greater Profit," presentation at the National Association of Home Builders, Washington, D.C., March 2, 1994.

99. Joseph J. Romm, *Lean and Clean Management: How to Boost Profits and Productivity by Reducing Pollution* (New York: Kodansha International, 1994).

100. Joseph J. Romm and William D. Browning, "Greening the Building and the Bottom Line: Increasing Productivity Through Energy-Efficient Design," in *Proceedings of 1994 ACEEE Summer Study*, op. cit. note 6.

101. Hamilton, op. cit. note 91.

102. Dennis Normile, "Quake Builds Strong Case for Codes," *Science*, January 27, 1995; savings for California energy code are net of incremental energy investments, assume no improvement would have taken place without the codes in place, and are from Robert Schlichting, California Energy Commission, Sacramento, Calif., private communication, February 9, 1995; James Woods, Virginia Polytechnic Institute and State University, Blacksburg, Va., private communication, August 25, 1994; U.S. Department of Labor, Occupational Safety and Health Administration, *Federal Register*, April 5, 1994; Woods, op. cit. this note.

103. Mexico from Postel, op. cit. note 40; Soontorn Boonyatikarn, Chulalongkorn University, Bangkok, private communication, August 26, 1994.

104. Siwei Lang and Yu Joe Huang, "Energy Conservation Standard for Space Heating in Chinese Urban Residential Buildings," *Energy—The International Journal*, August 1993; Yu Joe Huang, LBL, Berkeley, Calif., private communication, September 26, 1994; Shanker, op. cit. note 11.

105. Randolph R. Croxton, "Foreword," in National Audubon Society and Croxton Collaborative, op. cit. note 24.

106. Infrequency of post-occupancy evaluations from Brand, op. cit. note 13.

107. Crawford, op. cit. note 27; Harry T. Gordon, "The American Institute of Architects Committee on the Environment," in Farney et al., op. cit. note 52.

108. Vonk, op. cit. note 19.

109. The White House, Office on Environmental Policy (OEP), "The Greening of the White House: Phase I Action Plan," Washington, D.C., March 11, 1994; Brian Johnson, The White House, OEP, Washington, D.C., private communication, August 18, 1994; Boonyatikarn, op. cit. note 103.

110. "C-2000 Advanced Commercial Buildings Program," program literature, undated, Natural Resources Canada, Ottawa, Ont.; John B. Storey, "Eco-house: An Environment, User, Context Friendly Home," in Kibert, op. cit. note 94; Gilles Olive, Bureau d'Etudes Gilles Olive, Paris, private communication, November 23, 1994.

111. Building Research Establishment (BRE), "BREEAM/New Offices," Version 1/93, Garston, Watford, U.K.; John Doggart, ECD Partnership, London, private communication, July 28, 1994; BRE, "BREEAM/New Homes," Version 3/91, Garston, Watford, U.K.; BRE, "BREEAM/Existing Offices," Version 4/93, Garston, Watford, U.K.; Michael Scholand, "Buildings for the Future," *World Watch*, November/December 1993.

112. Doggart, op. cit. note 111; Roger Baldwin, BRE, Garston, Watford, U.K., private communication, August 15, 1994; Raymond Cole, University of British Columbia, "Building Environmental Performance Assessment Criteria (BEPAC)," in Fanney et al., op. cit. note 52; Craig Crawford, Green Workplace, Government of the Province of Ontario, Toronto, Ont., private communication, February 8, 1995; Tom Cohn, executive director, U.S. Green Building Council, Bethesda, Md., private communication, February 7, 1995; W. Lawrence Doxsey, "The City of Austin Green Builder Program," in Fanney et al., op. cit. note 52.

113. Gary Sharp, Post Harvest Developments, Inc., Ottawa, private communication, July 20, 1994.

114. Ibid.

115. Barbara Farhar and Jan Eckert, "Energy-Efficient Mortgages and Home Energy Rating Systems: A Report on the Nation's Progress," NREL, Golden, Colo., September 1993; Schipper, Meyers, and Kelly, op. cit. note 16; Lee Schipper, LBL, Berkeley, Calif., private communication, April 1, 1994; Bokalders, op. cit. note 27.

116. The World Bank, *Annual Report* (Washington, D.C.: various years).

117. Amory B. Lovins, "Negawatts for Development," Energy Efficiency Roundtable, World Bank, Washington, D.C., September 14, 1994; Gary Sharp, Post Harvest Developments, Inc., Ottawa, private communication, March 31, 1994; "R-2000 Reaches New Milestone," *R-2000 News Communiqué*, Energy, Mines, and Resources Canada, Ottawa, February 1993; David Grafstein, Ontario Hydro, Toronto, private communication, February 10, 1995.

118. Industry fragmentation from United Nations Economic Commission for Europe, *Annual Bulletin of Housing and Building Statistics for Europe* (New York: 1992); Schipper, Meyers, and Kelly, op. cit. note 16.

119. Robert Kwartin, EPA, OAR, Washington, D.C., private communication, September 13, 1994; EPA, OAR, "Introducing...The Energy Star Buildings Program," Washington, D.C., November 1993; Chris O'Brien, EPA, OAR, Washington, D.C., private communication, March 9, 1994.

120. U.S. Congress, Subcommittee on Natural Resources, Committee on Oversight and Investigations, "Taking from the Taxpayer: Public Subsidies for Natural Resource Development," April 1994; Judy Dempsey, "Decision Time Looms for German Energy," *Financial Times*, February 9, 1995; Worldwatch estimate, based on OECD, *Energy Balances of OECD Countries 1991-1992*, op. cit. note 3; Worldwatch estimate, based on OECD, *Energy Balances of Non-OECD Countries 1991-1992*, op. cit. note 3; World Bank, Energy Development Division, *Review of Electricity Tariffs in Developing Countries During the 1980's*, Industry and Energy Department Working Paper, Energy Series Paper No. 32 (Washington, D.C.: 1990).

121. Ernst U. Von Weizsäcker and Jochen Jesinghaus, *Ecological Tax Reform: A Policy Proposal for Sustainable Development* (London: Zed Books, 1992).

122. Ministry of Housing, Spatial Planning and the Environment (VROM), *The Netherlands' National Environmental Policy: Plan 2* (The Hague: 1994); VROM, "Working with the Construction Sector," Environmental Policy in Action No. 2, The Hague, March 1994.

123. Van Hal, op. cit. note 96; VROM, "Working with the Construction Sector," op. cit. note 122; NOVEM, op. cit. note 95; VROM, *National Environmental Policy Plan*, op. cit. note 122.



---

# **A Building Revolution: How Ecology and Health Concerns Are Transforming Construction**

**David Malin Roodman & Nicholas Lenssen**

---

## **Table of Contents**

Introduction
Modern Buildings, Modern Problems
Quality Construction
More Than Skin Deep
Construction Destruction
Material Concerns
Designing with Climate
Machines for Living
Better for Living, Better for Working
Blueprint for Better Buildings
Notes

## **INTERNATIONAL PUB. & DIST. HOUSE**

---

**8 Ibrahim El-Orabi St., El-Nozha Elgedida - Heliopolis - Cairo**  
**Tel.: 00 (202) 2990970 / 2993221 - Fax: 00 (202) 2990970**  
**P.O.Box: 5599 Heliopolis West - Cairo - Egypt**



# ABuilding Revolution:

## How Ecology and Health Concerns Are Transforming Construction

By David Malin Roodman  
and Nicholas Lenssen

هذا الكتاب

إن المباني الحديثة، مثلها مثل أى نتاج فى الحضارة الصناعية تُعدّ إنجازاً عظيماً لا يمكن تقدير تكلفته. كما حققت هذه المباني - فى الوقت الحاضر - حياة أسهل للكثير من بنى البشر، ولكن أسلوب تشييدها واستخدامها يعكس الكثير من الأضرار على البيئة ويهدد بتدهور صلاحية هذا الكوكب لسكنى الكائنات الحية.

الناشر

International Publishing & Dist. House  
Cairo - Egypt

WORLDWATCH  
INSTITUTE

Washington, DC USA

I.S.B.N. 977-282-028-5

